



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

## **FACULTAD DE INGENIERÍA**

### **ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA**

**“DISEÑO DE UN SISTEMA DE UTILIZACION EN MEDIA TENSION 10 –  
22.9 KV - 3 $\Phi$ , PARA MEJORAR LA CALIDAD DE ENERGIA DE LA  
FACULTAD DE CIENCIAS MEDICAS DE LA UNIVERSIDAD CESAR  
VALLEJO – TRUJILLO”**

### **TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA**

#### **AUTOR**

**BENITO IVÁN ROMANÍ DIPAS  
ANDY VITELIO SALDAÑA REVILLA**

#### **ASESOR**

**Mg. Ing. LUJAN LOPEZ JORGE EDUARDO**

#### **ASESOR ESPECIALISTA**

**Mg. Ing. CASTRO ANTICONA WALTER**

#### **LÍNEA DE INVESTIGACIÓN**

**GENERACION, TRANSMISION Y DISTRIBUCION**

**TRUJILLO – PERU**

**2019**

## **PÁGINA DEL JURADO**

**“DISEÑO DE UN SISTEMA DE UTILIZACION EN MEDIA TENSION 10 –  
22.9 KV - 3 $\Phi$ , PARA MEJORAR LA CALIDAD DE ENERGIA DE LA  
FACULTAD DE CIENCIAS MEDICAS DE LA UNIVERSIDAD CESAR  
VALLEJO – TRUJILLO”**

**Autores:**

**Andy Vitelio Saldaña Revilla**

**Iván Romaní Dipas**

**Presentado a la Escuela Profesional de Ingeniería Mecánica Eléctrica de la Universidad Cesar**

**Vallejo para Optar el Título de:**

**INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA**

**APROBADO POR:**

---

**Presidente**

**Ing. Jorge Antonio Inciso Vásquez**

---

**Secretario**

**Ing. Alex Deyvi Tejeda Ponce**

---

**Vocal**

**Ing. Dr. Jorge Eduardo Lujan López**

## **DEDICATORIAS**

Este trabajo lo dedico a DIOS por darme las fuerzas y la sabiduría necesaria para culminar mis estudios académicos y seguir Adelante, a mis padres que siempre me apoyo brindándome sus consejos para nunca desmayar en Este reto; a mi Hermana Susana Romani Dipas que confió en mí, y me brindó su apoyo incondicional para realizar mis estudios académicos, a mis hijas Luana y Valeria, que son el motor para seguir Adelante, a Fabiola C. Ferro C que siempre confió en mí, a mi compañero Iván R. Espínola V. quien me apoyo con la realización de este Proyecto.

**Iván Romani Dipas**

Este trabajo lo dedico a mi abuela y mi  
Padre Que están en el cielo, a mi  
Familia por el apoyo incondicional  
Siempre, en especial a mi tío Carlos  
Saldaña que confió en mí y me brindó  
Su apoyo incondicional para realizar  
Mis estudios académicos mi hija  
Luciana que es el motor para seguir  
Adelante.

**Andy Saldaña Revilla**

## **AGRADECIMIENTO**

Agradecemos a Jesús de Nazareth por interceder por nosotros los seres humanos ante Dios todo poderoso de los ejércitos y permitir cumplir nuestros sueños y anhelos aquí en la tierra; cuidando y protegiendo lo que el creo para nosotros los seres humanos.

Agradecemos a nuestras Familias, profesores y amigos que siempre a lo largo de nuestros Caminos estuvieron apoyándonos y dándonos fuerzas para no desmayar y poder culminar con éxito lo que alguna vez empezamos.

Nuestro mas sincero agradecimiento a la Universidad Cesar Vallejo, en especial a la Escuela de Ingeniería Mecánica Eléctrica, por brindarnos la oportunidad de obtener una profesión y ser unas personas útiles en la sociedad.

**LOS AUTORES.**

## **DECLARACION DE AUTENTICIDAD**

Yo Andy Vitelio Saldaña Revilla con DNI N°40922095, a efecto de cumplir con las disposiciones vigentes consideradas en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo, Facultad de Ingeniería, Escuela de Ingeniería Mecánica Eléctrica, declaro bajo juramento que toda la documentación que acompaño es veraz y auténtica.

Así mismo, declaro también bajo juramento que todos los datos e información que se presenta en la presente tesis son auténticos y veraces.

En tal sentido asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas de la Universidad César Vallejo.

Trujillo, 15 de diciembre del 2018

Andy Vitelio Saldaña Revilla

## **DECLARACION DE AUTENTICIDAD**

Yo Benito Iván Romaní Dipas con DNI N°40844347, a efecto de cumplir con las disposiciones vigentes consideradas en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo, Facultad de Ingeniería, Escuela de Ingeniería Mecánica Eléctrica, declaro bajo juramento que toda la documentación que acompaño es veraz y auténtica.

Así mismo, declaro también bajo juramento que todos los datos e información que se presenta en la presente tesis son auténticos y veraces.

En tal sentido asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas de la Universidad César Vallejo.

Trujillo, 15 de diciembre del 2018

Benito Iván Romaní Dipas

## **PRESENTACIÓN**

Señores Miembros Del Jurado:

De conformidad con las normas estipuladas en el Reglamento de Grados y Títulos de la Escuela Académico Profesional de Ingeniería Mecánica Eléctrica de la Universidad César Vallejo, elevo a vuestra distinguida consideración el presente estudio titulado:

“DISEÑO DE UN SISTEMA DE UTILIZACION EN MEDIA TENSION 10 –  
22.9 KV - 3 $\Phi$ , PARA MEJORAR LA CALIDAD DE ENERGIA DE LA  
FACULTAD DE CIENCIAS MEDICAS DE LA UNIVERSIDAD CESAR  
VALLEJO – TRUJILLO”

Con el propósito de cumplir con los requisitos para Optar el Título de Ingeniero Mecánico Electricista. Por tanto, considero que el esfuerzo realizado en el desarrollo Del presente trabajo cumpla y satisfaga sus expectativas. Pongo a su consideración, Este documento para su respectiva evaluación y de esta manera poder obtener su aprobación.

## INDICE DE CONTENIDO

Contenido	Página
CARATULA.....	I
PAGINA DE JURADO.....	II
DEDICATORIA.....	III
AGRADECIMIENTO.....	IV
DECLARACION DE AUTENTICIDAD.....	V
PRESENTACION.....	VI
INDICE DE ILUSTRACIONES.....	VII
LISTA DE SIMBOLOS.....	VIII
RESUMEN.....	IX
ABSTRACT.....	XI.
Introducción.....	4
1.1 Realidad problemática.....	4
1.2 Trabajos previos.....	5
1.3 Teorías relacionadas al tema.....	6
1.4 Formulacion del problema.....	19
1.5 Justificación del estudio.....	19
1.6 Hipótesis.....	22
1.7 Objetivos.....	22
II. Método.....	23
2.1 Diseño de investigación.....	23
2.2 Variables operacionalización.....	23
2.3 Población y muestra.....	24
2.4 Técnica de recolección de datos, validez y confiabilidad.....	24
2.5 Método de análisis de datos.....	25
2.6 Aspectos éticos.....	25
III. Discusión.....	51
IV. Resultados.....	51
V. Conclusión.....	52
VI. Recomendaciones.....	53
VII. Referencias.....	53
Anexos.....	54



## LISTA DE SÍMBOLOS

Fp1: Fuerza hidráulico por el pistón P1 para levantar la carga WT en Newton.

WT: Carga total externo referido a la persona que en él trabaja en Newton.

Wt.: Peso del brazo en Kg.

R: Reacción que produce el brazo Wt. en Newton.

F1: Fuerza de fricción por los Wt. en Newton.

M: Fuerza de momento producido por Wt en Nm.

$\square$ : Angulo formado por los Wt en radianes.

$\beta$ : Angulo formado por los Wt en radianes.

$\alpha$ : Angulo formado por los Wt en radianes

M: momento flexionante en Nm.

y: altura con respecto al eje

I: momento de inercia en los ejes Y y Z en m<sup>4</sup>

$\sigma_{max.}$  : Esfuerzo máximo en (Mpa).

b: diámetro

A: área en m<sup>2</sup>

$\tau_{max.}$  : Esfuerzo cortante máximo en (Mpa.)

$n_d$ : Factor de seguridad.

V: Fuerza cortante máxima en (Newton).

d: diámetro en (m.)

t: espesor en (mm)

Fp<sub>comp.</sub> = Fuerza de pandeo por compresion ( Newton)

$E = \text{Modulo de elasticidad del acero } \left[ \frac{N}{m^2} \right]$

L<sub>p</sub> = Longitud de pandeo [m]

S: Carrera del vástago en (mm)

P: Presión en (bar)

Q: Caudal en (Lt/min.)

## RESUMEN

El objeto del presente estudio nos permite elaborar un proyecto de para diseñar de un sistema de utilización MT 10 – 22.9 KV, el cual suministrara EE. Para la facultad de Ciencias Médicas en la Universidad Cesar Vallejo – Campus - Trujillo, con estos resultados se logrará mejorar la calidad de EE. El cual se utilizará en el sistema eléctrico de baja tensión el cual tendrá un mejor desempeño de sus equipos eléctricos y electrónicos de los laboratorios, con parámetros establecidos de como el código nacional de electricidad.

Se implementará un sistema de banco de capacitores automático el cual servirá para compensar la potencia reactiva, para así incrementar un desempeño óptimo de los equipos utilizados y de la misma forma tener un ahorro económico creciente que se verán reflejado en las facturas de consumo eléctrico.

Los parámetros técnicos del diseño del sistema eléctrico son efectuados en mejora de la calidad de energía en el servicio eléctrico de baja tensión,

Se estudiará y analizará la calidad del servicio eléctrico en baja tensión utilizando instrumentos de medición eléctrica, para verificar en qué estado actual se encuentra el sistema eléctrico, se elaborará un cálculo de máxima demanda acorde con las exigencias de consumo de energía actual del edificio de la facultad de ciencias médicas del campus para determinar las acciones correctivas y así elaborar un presupuesto.

Nuestras estrategias tendrán un sustento técnico, económico de tal manera que el diseño del sistema eléctrico mejore calidad en el servicio eléctrico para baja tensión, para el proyecto propuesto en la universidad cesar vallejo campus Trujillo, desde el punto de vista de la calidad de energía y económico.

**Palabras claves: diseño eléctrico, calidad, sistema eléctrico, baja tensión.**

## ABSTRACT

The object of the present study allows us to elaborate a design project of a 10 - 22.9 KV medium voltage utilization system, to supply electricity for the faculty of medical sciences of the Cesar Vallejo University - Campus - Trujillo, with these results better the quality of electric power in the low voltage electrical system for a better performance of your electrical and electronic equipment of the laboratories, with established parameters based on the national electricity code.

Implement an automatic capacitor bank system for the compensation of reactive power, in order to increase the optimum performance of the equipment used and in the same way to have an increasing economic saving that will be reflected in the electricity consumption bills. The technical parameters of the electrical system design are carried out to improve the power quality of the electrical service in low voltage, The quality of the electrical service in low voltage will be studied and analyzed using electrical measuring instruments, in order to verify in what current state, the electrical system is, a calculation of maximum demand according to the current energy consumption requirements of the building of the faculty of medical sciences of the campus to determine the corrective actions and thus to elaborate a budget. The proposed strategies will have a technical support and also an economic support in such a way that the design of the electrical system improves the quality of the electrical service in low voltage, of the faculty of medical sciences of the Cesar Vallejo University - Campus - Trujillo, from the point of view of energy quality and economic.

**Keywords: electrical design, quality, electrical system, low voltage.**

## **I. INTRODUCCION**

### **1.1 Realidad Problemática**

Actualmente se está haciendo más frecuente la necesidad de implementar un sistema de media tensión para edificios que consuman energía eléctrica mayor a los 20 kilo watt. El proyecto que estamos proponiendo para la facultad de ciencias médicas presenta múltiples fallas en su sistema eléctrico debido a las variaciones de tensión como consecuencias de las cargas inductivas, reactivas y la caída de tensión.

La institución educativa ha tenido un crecimiento parcial de su infraestructura y debido a este desarrollo ha obtenido un incremento en el consumo eléctrico, por lo cual las cargas actuales han ido sobredimensionándose con respecto a la actual terna que alimentan los tableros eléctricos generales, es así que actualmente las fallas en los equipos de cómputos, eléctricos y electrónicos se ha ido incrementando con respecto a años anteriores.

Estas sobre carga son perjudiciales ya que son del tipo inductivo el cual consume una gran cantidad de potencia reactiva, ocasionado de esta manera una baja en el factor de potencia menor a 0.85%, y a la vez presenta una caída de tensión en las líneas del sistema eléctrico, el cual se viene a reflejar cuando existen pérdidas económicas en la institución.

Las empresas distribuidoras de energía penalizan al consumidor cuando se presenta un factor de potencia bajo, en la universidad se ha ido incrementando y como consecuencia, afecta económicamente al pagar penalidades de consumo de energía reactiva.

Cuando se estudia la calidad de energía eléctrica se debe tener en cuenta que es de suma importancia y nos debe garantizar un servicio confiable de los equipos verificando los parámetros de acuerdo tal como refiere la Norma Técnica de Suministro Eléctrico, así mismo de concesiones eléctricas N° 25844, los cuales nos darán el sustento para garantizar un óptimo suministro fidedigno y de calidad.

## **1.2 Trabajos Previos**

### **Antecedentes internacionales**

**Holguín Gómez Coello David (2010).** David en su investigación denominada “Análisis de calidad de energía eléctrica de la Universidad Politécnica Salesiana”, sus objetivos son claros y concisos se encontraron soluciones para dar solución y modificar los disturbios y variaciones de voltaje.

Una de sus conclusiones era la de las fallas que se presentan en el sistema eléctrico.

Dicho estudio se ve enfocado en la regulación del CONELEC (Consejo Nacional de Electricidad), plantean conclusiones necesarias para mantener un buen sistema eléctrico que evite el deterioro de las señales de tensión lo cual le lleve a interrupciones que culminan en la reducción o parada de procesos que ocasiona perjuicios.

**Morales Klever y Sánchez Whimper, (2010).** Su trabajo trata sobre la caracterización y cuantificación de los distintos tipos de pérdidas de energía.

Una de sus conclusiones determina la pérdida total que sucede en una en una red de distribución secundaria, el 86% corresponde a pérdidas no técnicas y el 42% proviene de hurto o fraude ya sea por manipulación de medidores de EE.

Según sus estudios lograron reducir las pérdidas no técnicas a través de la adecuación de medidores y remplazando las acometidas. Dicho trabajo busca plantear soluciones que permita disminuir las pérdidas de EE.

**Pérez y Valera, (2003).** Pérez en su trabajo habla sobre como evaluar un Sistema de Distribución de las Redes de MT y BT Tensión en la Universidad de Carabobo Núcleo Aragua (la Morita)”,

Pérez y Valera luego de un estudio determinan que los elementos de media tensión y BT incumplían con el Código Eléctrico Nacional (CEN)

## **Antecedentes Nacionales**

**Machaca V. Julio C. – Coila D. Abell A. (2017)** Julio en su investigación análisis de la calidad en la Universidad Nacional del Anti plano, nos habla sobre como Utilizan un analizador de redes y su objetivo principal es estudiar y analizar la calidad del suministro de la Universidad para dar alternativas de optimización del sistema eléctrico.

**Huamán Rivas Gottardo L. (2007).** Huamani nos comenta que en agosto se registró una potencia de 5.3 MVA y la subestación Marca punta Oeste con 1.2 MVA.

Con dicho estudio se concluye que se necesita atender la nueva demanda del nuevo frente de explotación para los proyectos de extracción del mineral.

**Nicaragua Carballo y Rivera Ramírez (2017).**

Lo que busca Carballo es proponer una nueva metodología la cual servirá como guía para el estudio y análisis de calidad de la energía eléctrica en la industria.

Carballo, busca optimizar el desempeño de la calidad de energía, evaluando sus consumos energéticos, parámetros de funcionamiento, variación de la carga durante el periodo de trabajo, sus rendimientos.

### **1.3 Teorías relacionadas al Tema**

La facultad de ciencias médicas de la Universidad Cesar Vallejo cuenta con dispositivos eléctricos tales como, motores de bombeo de agua, computadoras, equipos eléctricos, electrónicos y equipos de iluminación.

El presente proyecto se elaborará según las normativas del Código Nacional de Electricidad – Suministro 2011, utilizando los dispositivos legales vigentes, entre otros la ley de concesiones eléctricas N° 258844.

Con el objetivo de establecer el punto de partida para la implementación de un sistema de utilización trifásico 10 KV, comprende lo siguiente:

- Instalación de una primera estructura de Seccionamiento y Medición a la Intemperie PMI equipada con trafomix 10/ 0.22kV, 15/ 5A, tres sistemas clase

0.2S, y un medidor trifásico electrónico, según norma IEC: 62053:2003, 4 hilos, C.P.: 0.2S, energía activa en kW-h, energía reactiva en kVAR-h, máxima demanda en kW y kVAR, fuente trifásica, memoria 256 kV como mínimo, LCD de 06 dígitos programables, valores instantáneos de corriente, tensión, factor de potencia, con puerto óptico, pantalla CD bidireccional con perfil de hasta 8 canales, perfil de instrumentación de 16 canales, 1(10 A), 120 – 480 V, 60 Hz, IP-54, y con tarjeta de comunicaciones con puertos RS- 232 y RS-485, con modem mínimo 2G (este medidor será suministrado por alguna empresa concesionaria. Previo Pago de los derechos por parte del cliente).

- Montaje de la nueva red de Media Tensión aérea – subterránea trifásica de 0.197 km lineales de longitud, usando para el tramo aéreo de 0.175 km conductor AAAC de 50 mm<sup>2</sup> de sección y para el tramo subterráneo de 0.022 km se utilizará cable seco de cobre del tipo N2XSY 8.7/15 kV de 50 mm<sup>2</sup> de sección, que se alimentará desde la Estructura en M.T. del tipo Fin de Línea SED HI0169 perteneciente al AMT TSU005 en 10 kV. hasta la nueva subestación tipo Barbotante Biposte de 200 kVA.
- Para las estructuras de media tensión se utilizarán postes elaborados con concreto armado centrifugado, con accesorios como ménsulas de 1.00m, media palomilla de 1.50m, palomilla de 2.20m y medias losas de concreto armado vibrado de 1.10m y 1.30m, aisladores poliméricos tipo PIN de 28 kV y poliméricos de suspensión de 28 kV.
- Instalación de Subestación tipo Barbotante Biposte, equipada un transformador trifásico convencional de 200 kVA, 10/0.23 kV.
- Para la fabricación se utilizará materiales de acero galvanizado en caliente con espesores mayores a 120 micras.
- Instalación del Sistema de Puesta a Tierra.
- Instalación del Sistema de Toma de Energía.

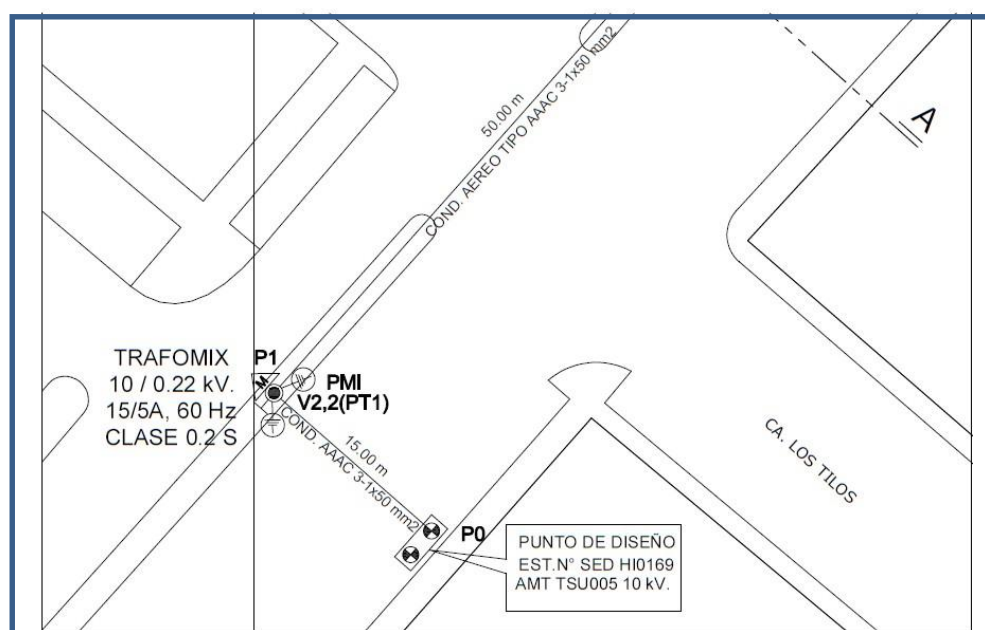
### 1.3.1 Lineamientos Técnicos.

Se solicitaría a la empresa concesionaria la Factibilidad Eléctrica de Suministro para un punto de diseño eléctrico según lo requerido.

Punto de Diseño:

El Punto de Diseño para solicitar sería la estructura en M.T. del Tipo Fin de Línea SED HI0169, que forma parte del A.M.T. TSU005 en 10 kV, ubicada en La Av. Víctor Larco cuadra 18; según como se indica en el plano de ubicación.

*Figura 1. se muestra un plano de ubicación de posible punto de diseño.*



Fuente: (Propia)

### 1.3.2 La máxima Demanda.

La máxima demanda no es más que un momento dado a la máxima carga eléctrica al mismo instante.

- Se entiende a un valor instantáneo en el tiempo. Como ejemplo, se puede tomar que si encendemos las maquinas eléctricas en una planta industrial al mismo tiempo, el equipo con mayor carga eléctrica será el



que indique el pico de corriente de arranque mal alto, aumentando costos en el pago del recibo eléctrico.

Los cuadros de máxima demanda pueden realizarse en distintos programas tales como Excel, Office Calc, Linux Mint, debe contener como mínimo los siguientes puntos:

Los cuales se puede ver en el anexo 1

### **1.3.3 Nivel de Tension**

La tensión considerada para elaborar el estudio es según al documento de factibilidad eléctrica.

### **1.3.4 Redes de media tensión proyectadas a instalar**

Comprende el montaje de la línea de media tensión trifásica en simple terna aérea – subterránea la cual comprende en el punto de diseño hasta la nueva subestación proyectada que se encontrará dentro de la facultad de ciencias médicas de la Universidad César Vallejo, estando está constituida por la estructura de seccionamiento y medición (PMI), estructuras de alineamiento, derivación y fin de línea y por la Subestación tipo Barbotante Biposte proyectada, siendo las características de los equipos y materiales a instalar las siguientes:

#### **1.3.4.1. Postes y Accesorios de Concreto**

Se utilizarán postes de concreto de 15 metros, con accesorios de concreto como ménsulas de 1.00 m, media palomilla de 1.50 m, palomilla de 2.20m, medias losas de 1.10m y 1.30 m de concreto armado vibrado, los cuales constituirán la estructura de seccionamiento y medición (PMI), estructuras de, anclaje, cambio de dirección, fin de línea y Subestación Barbotante Biposte, las cual formarán parte del sistema de utilización en media tensión proyectado.

Figura 2. se muestra postes de concreto y accesorios.



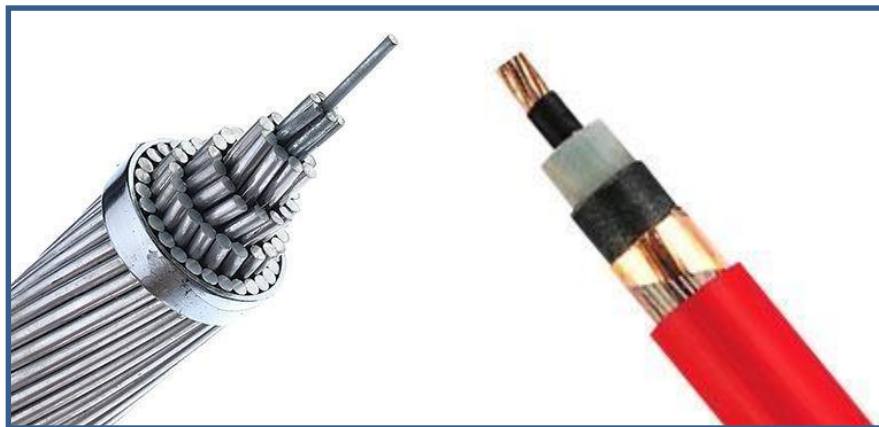
Fuente: (Postes del Norte S.A)

#### 1.3.4.2. Conductores Eléctricos

En el trabajo propuesto utilizaremos la alimentación del punto de diseño hasta la subestación Tipo Barbotante Biposte utilizaremos el conductor AAAC de 50 mm<sup>2</sup> de sección para el tramo aéreo y cable seco N2XSY 8.7/15 kV de 50 mm<sup>2</sup> de Sección para el tramo subterráneo.

Usaremos para las bajadas y subidas del seccionamiento el conductor de 50mm<sup>2</sup> para conectar los seccionadores unipolares con el trafomix, para la conexión del transformador de 200 kVA, 10/0.23 kV hacia su caja de toma de energía tipo F1M, se utilizará conductor tipo NYY - 1kV de 3-1x300 mm<sup>2</sup>.

Figura 3. Se muestra postes de concreto y accesorios.



Fuente: (Indeco S.A)

#### 1.3.4.3. Aisladores y Terminales Unipolares

Para el proyecto se ha elegido aisladores poliméricos tipo PIN de 28 kV y aisladores poliméricos de suspensión de 28 kV. Se han seleccionado Terminales Unipolares Termo contraíbles de 15 kV.

Figura 4. se muestra aisladores termo contraíbles y aisladores tipo pin.



Fuente: (ITC S.A)

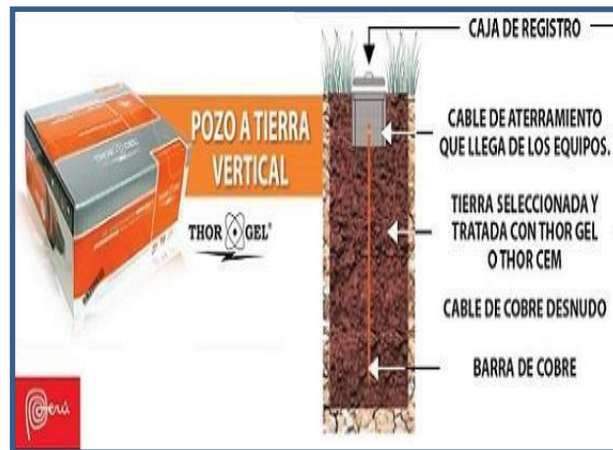
#### 1.3.4.4. Ferretería

El material a utilizar es de acero galvanizado tratado en caliente con diámetros igual o mayores a 120 micras.

#### 1.3.4.5. Puesta a Tierra

La barra de cobre (cu) empleada será de 5/8" de diámetro x 2.4metros, el conductor será de 35 mm<sup>2</sup>, los conectores pueden ser cobre o bronce de tipo A/B, el tipo de caja es con tapa reforzada, tubo PVC-SAP, Se utilizará tierra agrícola cernida en malla de 1/4", bentonita y protector anti hurto.

Figura N° 1.5: Sistema de puesta a tierra.

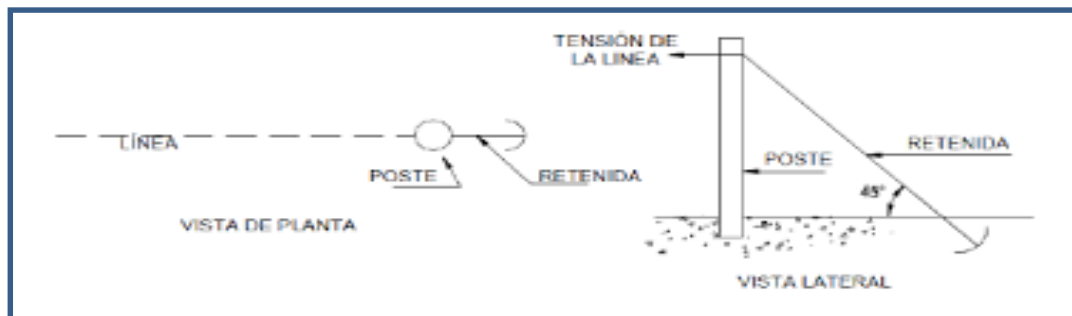


Fuente: (THOR-GEL S.A.C)

#### 1.3.4.6. Retenidas

Es un perno circular con guardacabo para viento, varilla de anclaje con guardacabo, contrapunta, arandela cuadrada plana, guardacabo, aislador de tracción de porcelana tipo nuez 54 – 2 y bloque de concreto de 0.50 m x 0.50 m x 0.20 m.

En la figura N° 1.6: se muestra un sistema de retenida de A° G° de 10 mm.



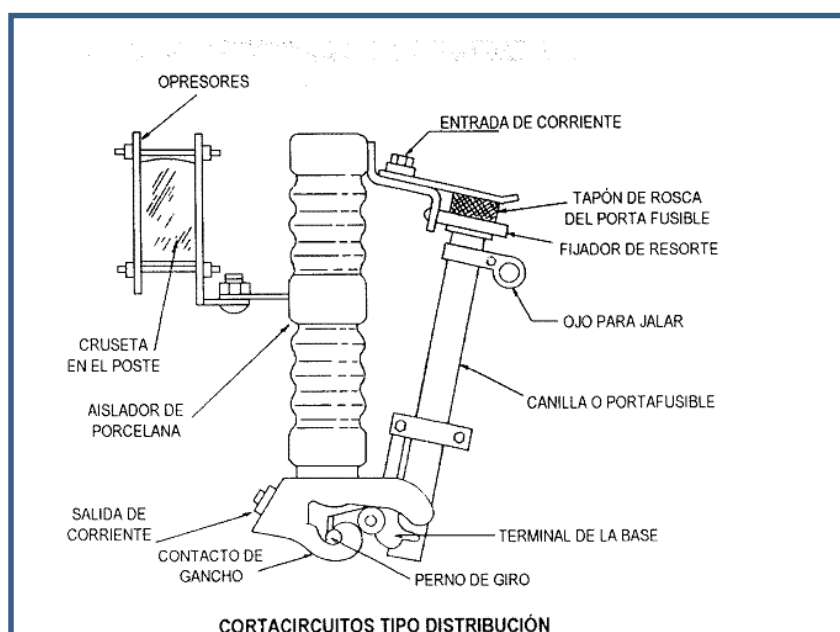
Fuente: (ENEL S.A.)

#### 1.3.4.7. Sistema de Seccionamiento y Medición

Dicho sistema de seccionamiento y medición de MT será instalado en la estructura mono poste de seccionamiento, protección y medición (PMI) que estará ubicada en la primera estructura del sistema de utilización, la cual estará equipada con:

Seccionadores unipolares tipo Cut – Out de 27 kV, 200 A y 170 kVBIL, trafomix 10/0.22kV, 15/5A, tres sistemas clase 0.2S (para los bobinados de corriente) y clase 0.2 (para los bobinados de tensión) y también se utilizará un medidor trifásico electrónico, según norma IEC: 62053:2003, 4 hilos, C.P.: 0.2S, energía activa en kW-h, energía reactiva en kVAR-h, MD en kW y kVAR, fuente trifásica, memoria 256 kV como mínimo, LCD con 06 dígitos programables, valores instantáneos de corriente, tensión, FP, con puerto óptico, pantalla CD bidireccional con perfil de hasta 8 canales, perfil de instrumentación de 16 canales, 1(10 A), 120 – 480 V, 60 Hz, IP-54, y con tarjeta de comunicaciones con puertos RS-232 y RS-485, con modem mínimo 2G (este medidor será suministrado e instalado por la empresa concesionaria. previo pago de los derechos por parte del cliente).

En la figura N° 1.7: se muestra un sistema de seccionamiento de media tensión.



Fuente: (Ing. Sergio Tirado)

### **1.3.5 Normas Técnicas**

Las cuales se pueden revisar en el anexo 2

### **1.3.6 Bases de Diseño**

Se puede revisar en el anexo 3

### **1.3.7 Presupuesto y Financiamiento**

Los costos serán financiados en su totalidad por la entidad solicitante en este caso por la Universidad César Vallejo S.A.C., identificada con RUC N° 20164113532, con domicilio fiscal en la Av. Víctor Larco N° 1770, Urb. Las Flores – VICTOR LARCO HERRERA – TRUJILLO – LA LIBERTAD, teniendo como su Gerente General la Dra. Karina Flor Cárdenas Ruiz, identificada con DNI N° 18120413 y no generando contribuciones reembolsables a Hidrandina S.A. cuando se ejecute la obra, tal como se establece en el Art. 88 de la ley de Concesiones Eléctricas y su Reglamento.

### **1.3.8 Relación de planos y láminas.**

El proyecto está integrado con planos y láminas:

**Planos de S.U. Media Tensión y Estructuras de Subestación:**

En la Tabla N°1.2 se muestra descripción de plano de ubicación.

<b>PLANO N°</b>	<b>DESCRIPCION</b>
SU – MT – 01	UBICACION, RECORRIDO DE RED M.T. 10 kV, AEREA – SUBTERRANEA, DIAGRAMA UNIFILAR Y COORDENADAS U.T.M.

Fuente: (C. N.E-2011-Suministro)

En la Tabla N°1.3 armados de construcción: se muestra descripción de plano de estructuras y detalles.

<b>LAMIN A Nº</b>	<b>TIPO DE ARMAD</b>	<b>DESCRIPCION</b>
MT – 01	PTO. DIS.	DETALLE DE PUNTO DE DISEÑO Y DERIVACION.
MT – 02	PMI	ESTRUCTURA DE SECCIONAMIENTO Y MEDICION, DISPOSICION
MT – 03		DETALLE DE MURETE DE CONCRETO ARMADO.
MT – 04		CAJA DE MEDICION TIPO LTM.
MT – 05	A2	ESTRUCTURA DE ALINEAMIENTO, DISPOSICION VERTICAL.
MT – 06	A7 – B	ESTRUCTURA DE ANCLAJE Y DERIVACION SUBTERRANEA, DISPOSICIÓN VERTICAL.
MT – 07	SAB – 1	SUBESTACION AEREA BARBOTANTE BIPOSTE, DISPOSICION HORIZONTAL.
MT – 08		DETALLE DE MURETE PARA CAJA DE TOMA TIPO F1M.
MT – 09		DETALLE DE ENTERRAMIENTO DE CABLE M.T. Y BUZON DE INSPECCION.
MT – 10	V2	RETENIDA VERTICAL TIPO CONTRAPUNTA.
MT – 11		CIMENTACION DE POSTES DE 15 m.
MT – 12	PT1	POZO DE PUESTA A TIERRA TIPO VARILLA.
MT – 13	PT2	POZO DE PUESTA A TIERRA TIPO ESPIRAL.
MT – 14		DETALLE DE SEÑALIZACION DE LA ESTRUCTURAS.

Fuente: (C. N.E-2011-Suministro)

### **Espiga Pin Para Aislador Polimérico Tipo Pin:**

Es de acero forjado galvanizado en caliente, la cabeza será de plomo al antimonio, el cuerpo cónico y se instalarán en las crucetas, vendrá previsto con arandela plana, tuerca y contratuerca hexagonales.

Sus características principales serán:

- Material : Acero
- Acabado : Galvanizado en caliente
- Espesor del galvanizado ( $\square$ m). : > 120
- Diámetro (mm) : 14.29 (9/16")
- Tipo Aislador : Polimérico (Híbrido)
- Longitud con tope (mm) : 191 (7 1/2")
- Esfuerzo mecánico en voladizo (Kg): 545 (1200 Lb)
- Longitud cabeza roscada (mm) 24
- Diámetro cabeza roscada (Pulg) : 1 3/4"

#### **a) Características Técnicas:**

En la Tabla N°1.16 se muestra descripción y datos de conductor eléctrico NYN.

SECCIÓN (MM <sup>2</sup> )	N° HILOS	ESPESORES		DIMENSIONES		PESO (KG/ K M)	CAPACIDAD DE CORRIENTE (A)		
		AISLAMIENTO (MM)	CUBIERTA (MM)	ALTO (MM)	ANCHO (MM)		ENTERRADO	AIRE	DUCTO
3X1-300	61	2.4	2.0	31	93	9930	632	646	480

Fuente: (C. N.E-2011-Suministro)



### 1.3.9 Sistema de Protección

En el sistema de seccionamiento y protección, en el lado primario 10(22.9) kV, se utilizará, seccionadores unipolares tipo CUT-OUT con fusibles tipo K en el PMI y en el secundario, interruptores tipo Termo magnéticos.

### 1.3.10 Lista de Exigencia

Son propuestas que debe tener el sistema eléctrico para mejorar la calidad del servicio eléctrico de baja tensión.

Tabla.1.22 se muestra la lista de exigencia.

LISTA DE EXIGENCIAS			
Proyecto	“DISEÑO DE UN SISTEMA DE UTILIZACION EN MEDIA TENSION 10 – 22.9 KV - 3Φ, PARA MEJORAR LA CALIDAD DE ENERGIA DE LA FACULTAD DE CIENCIAS MEDICAS DE LA UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO – TRUJILLO”		Pag. 1 de 1
			Medición : Rev.1
			Revisado
Cliente	Universidad Cesar Vallejo		Elaborado
Fecha	Deseo o exigencia	Descripción	Responsable
	E	Función Principal: *Cumplir con la tolerancia del +-5% de caída de tensión conforme a la ley de concesiones eléctricas 25844 *Mejorar los parámetros eléctricos de baja tensión. * Mejora la eficiencia de los equipos eléctricos de iluminación y equipos de laboratorios.	I.R.D
	E	Materia Prima: Transformadores Conductores eléctricos Motores eléctricos	I.R.D

		Equipos de iluminación Equipos de cómputo Equipos de sistema de agua	
	E	Seguridad: “diseño de un sistema de utilización en media Tensión 10 – 22.9 kv - 3φ, para mejorar la calidad de energía de la facultad de ciencias médicas de la universidad cesar vallejo – Trujillo “se realizará de tal forma que cumpla con los parámetros de diseño establecidos en la ley de concesiones eléctricas 25844.	I.R.D
	E	Fabricación: El transformador de potencia y medición se fabricarán en su totalidad en un taller externo.	I.R.D
	E	Montaje: Los transformadores, postes, accesorios, medidores, instalados de forma estándar y profesional.	I.R.D
	E	Materiales: Los materiales a utilizar para el sistema de utilización en media tensión deberán existir en el mercado local.	I.R.D
	D	Señales: Instalación de sensores de acercamiento a la línea energizada (equipos electrónicos)	I.R.D
	E	ERGONOMIA: La geometría del sistema de utilización en media tensión será diseñada de tal forma que sea manejable y técnicamente útil para el usuario.	I.R.D
	E	USO: Para mejorar la calidad del servicio eléctrico de la Facultad de Ciencias Médicas de la universidad Cesar Vallejo.	I.R.D
	E	Mantenimiento: La Subestación tendrá un acceso apropiado para el mantenimiento semestral.	I.R.D

	E	COSTOS: El costo del rediseño del sistema eléctrico no debe ser mayor a 150 mil soles.	I.R.D
--	---	--	-------

Fuente: (Propia)

#### **1.4 Formulación del Problema**

¿Cómo mejorar la calidad del servicio eléctrico para la facultad de ciencias médicas de la Universidad Cesar Vallejo Campus Trujillo?

#### **1.5 Justificación del estudio**

El estudio que se desarrolla justifica fundamentalmente los siguientes aspectos:

Al instalar el banco de condensadores en paralelo, se incrementará el factor de potencia del suministro el cual brinda potencia a la carga, de la misma manera también reduce la corriente en la fuente, esto se considera una impedancia de las líneas entre la fuente - carga.

Cuando la corriente se reduce, los resultados en la fuente es menos pérdida al igual en las líneas y disminuye las caídas de tensión.

Cuando se obtiene un factor de potencia bajo, trae como consecuencia caídas de tensión en las instalaciones eléctricas del campus, al ser exigidos los Kilo vol. amperio reactivo (KVAR) del sistema de distribución, cuando el factor de potencia reduce, la corriente total de la línea se incrementa (corrientes reactivas), causando enormes caídas de tensión a través de la impedancia de línea. Esto tiene consecuencia cuando una caída de tensión en una terna es igual a la corriente que fluye multiplicado por la impedancia de la línea, cuando una corriente es mayor la caída de tensión será mayor. (1)

#### **AMPLIACIÓN DE LA CAPACIDAD DEL SISTEMA ELÉCTRICO.**

El aumento de la capacidad de la energía en las instalaciones del campus es a menudo, el rendimiento más importante que pueda justificar la instalación de un sistema de banco de condensadores particularmente es significativo cuando todas las cargas que son alimentadas por el sistema aumentan de una forma rápida. Los bancos de condensadores reducen la carga de KVA del sistema eléctrico. De esta forma se podrá liberar cargas que se podrán usar en futuras ampliaciones de energía eléctrica.

La calidad de la energía en el sistema puede aumentar mediante corrección del factor de potencia, debido a la lectura del mayor factor de potencia es menos los kilovatios para cualquier carga en kilowatts.

Un sistema de condensadores a un sistema eléctrico existente es el medio más viable y económico y así obtener la capacidad necesaria del sistema para alimentar cargas complementarias. (2)

#### **DISMINUCIÓN DE PÉRDIDAS.**

La cantidad de calor, producida por un conductor es proporcional a la resistencia,  $R$ , al cuadrado,  $I^2$  de la intensidad,  $I$  y al tiempo,  $t$ . ( $Q = I^2 \cdot R \cdot t = P \cdot t$ ). estas pérdidas por efecto joule se expresa en los sobrecalentamientos de los conductores, sobrecalentamiento de las bobinas de los transformadores y los disparos sin causa de los dispositivos de protección eléctrica.

Pudiendo decir que uno de los mayores problemas que causa el sobrecalentamiento es el deterioro irreversible del aislamiento del conductor, y por consecuencia reduce la vida útil de los equipos, provocando cortos circuitos, así de esta forma podemos decir que al implementar un banco de condensadores se obtendrá una disminución de pérdidas eléctricas.

##### **1.5.1. De convivencia**

Compensación de penalización por cargo de facturación.

Según la normatividad Nacional para tarifas eléctricas, se dice que cuando el consumo de energía reactivas supera el 30% de la energía activa total del consumo mensual, el concesionario de energía eléctrica tendrá derecho a cobrar una penalización al usuario por la cantidad de energía excedida que se consuma durante el mes de facturación.

##### **1.5.2. Impacto social**

Mediante el presente estudio realizado, el beneficiado será todos los trabajadores y alumnos del campus de la Universidad Cesar Vallejo ya que con este estudio y rediseño se logrará la compensación y calidad de energía eléctrica y así pondrá en funcionamiento correcto de los elevadores del campus universitario.

### **1.5.3. Implicaciones prácticas**

Es presente proyecto ayudara a determinar los parámetros técnicos que se debe tener en cuenta para el rediseño del sistema eléctrico.

### **1.5.4. Valor Teórico**

### **1.5.5. Relevancia Tecnológica**

Este estudio es sumamente importante, porque se va a analizar y determinar cuáles son los parámetros técnicos del rediseño del sistema eléctrico el cual dará un mejor servicio eléctrico en la universidad cesar vallejo – campus - Trujillo, como alternativa a la tecnología y equipos ya existentes en el mercado.

### **1.5.6. Relevancia institucional**

Mediante la presente tesis de investigación, permitirá que los alumnos de la escuela de Ingeniería Mecánica Eléctrica de la Universidad Cesar Vallejo, tengan una visión más clara como diseñar sistemas Eléctricos.

### **1.5.7. Relevancia económica.**

Con la presente tesis de investigación se pretende ofrecer un sistema eléctrico para mejorar la calidad del servicio eléctrico en baja tensión, del campus universitario con bajos costos en comparación con los precios de los equipos que existen en el mercado.

Con este sistema eléctrico compensaremos el consumo de energía reactiva y lograremos una calidad de energía eléctrica, el cual disminuirá penalidades y costos en mantenimiento correctivos de los equipos de elevación.

#### **1.5.8. Unidad metodológica**

La solución de este problema se extiende a todas las empresas que presten servicios de sistemas elevadores de personas u objetos que tengan descompensaciones de energía eléctrica por efecto de correcciones de factor de potencia y calidad de energía eléctrica.

#### **1.6. Hipótesis**

Es factible elaborar una propuesta de diseño eléctrico para mejorar la calidad del servicio eléctrico en baja tensión de la Universidad Cesar Vallejo

#### **1.7. Objetivos**

##### **1.7.1. Objetivo general**

Elaborar una propuesta de diseño de un sistema de utilización en media tensión de 10 – 22.9 kv para mejorar la calidad del servicio eléctrico en baja tensión de la Facultad de Medicina de la Universidad Cesar Vallejo Campus Trujillo.

##### **1.7.2. Objetivos específicos**

1. Estudiar y analizar la calidad del servicio eléctrico en media tensión de la Facultad de Medicina de la Universidad Cesar Vallejo utilizando instrumentos de mediciones y analizadores eléctricos para verificar en qué estado se encuentra el sistema eléctrico.
2. Determinar la demanda máxima actual.
3. Determinar las acciones correctivas
4. Elaborar el presupuesto de implementar las acciones correctivas.

## **II. METODO**

### **2.1. Diseño de Investigación**

- Aplicativa- descriptiva

### **2.2. Variable, Operacionalización**

#### **2.2.1. Variables independientes**

- Diseño de sistema de utilización en media tensión.

#### **2.2.2. Variable dependiente**

#### **2.2.3.**

- Calidad del servicio eléctrico.
- Costos

#### **2.2.4. Operacionalización de variables**

Tabla 2.1 de Operacionalización de variables.

Variables	Definicion conceptual	Definicion operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala de medición
<b>Independiente</b> Diseño de un sistema de suministro eléctrico en media tensión 10 - 22.9 KV	La energía eléctrica es una fuente indispensable para realizar un trabajo mediante circuitos eléctricos.	Energía Eléctrica activa de calidad	Energía eléctrica activa para la facultad de Ciencias Médicas de la Universidad Cesar Vallejo.	KILO VOLT AMPER (K.V.A)	200 K.V.A
<b>Dependiente</b> Calidad del servicio eléctrico de la Facultad de Ciencias Medicas	Deficiencia del sistema eléctrico, sobrecarga, que genera la caída de tensión.	cálculo de la máxima demanda y seleccionar los materiales adecuados según lo indica el CNE-U-2011	caída de tensión	Amperio	175.43 A
			Sistema de puesta a tierra	Ohm	Maximo 25 Ohm
<b>Dependiente</b> Costo	Diseño de un sistema de suministro eléctrico en media tensión 10 - 22.9 KV	Son los gastos económicos que irán a representar el proyecto en su totalidad	Soles.	S./	200 a 225 mil

Fuente: (Propia)

## 2.3. Población y muestra

### 2.3.1. Población

Sistema eléctrico de la Facultad de Ciencias Médicas de la Universidad Cesar Vallejo Campus Trujillo.

### 2.3.2. Muestra

Los circuitos eléctricos de baja tensión de la Facultad de Ciencias Médicas de la Universidad Cesar Vallejo Campus Trujillo.

## 2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad

Técnica: Observación, fichas de registro de datos



Instrumento: Telúmetro, Megómetro, Pinza Amperimetrica

## **2.5. Método de Análisis de Datos**

Para determinar la cantidad de actividades a ejecutar con el diseño del sistema de utilización en media tensión se determinó el empleo de las ecuaciones matemáticas orientadas en la electricidad para calcular los parámetros técnicos que lo exige las normas del Código Nacional de Electricidad Suministro – 2011.

## **2.6. Aspectos Éticos**

La veracidad de los resultados es propia del autor, se tendrá en cuenta:

- respeto por la propiedad intelectual.
- convicciones políticas, religiosas y morales.
- Se respetará el medio ambiente y biodiversidad.
- responsabilidad social, jurídica y ética.
- proteger la identidad de los autores que participan en el estudio, así como los datos obtenidos y calculados.

### III. RESULTADOS

#### 3.1. Cálculos justificativos

##### 3.1.1. Estado del sistema eléctrico actual de la Facultad de Ciencias Médicas.

Para determinar el estado actual de la demanda máxima y calidad de energía eléctrica de la Facultad de ciencias Médicas se realizó una inspección de campo utilizando como herramientas de medición eléctricas en el equipamiento de media tensión de 10 KV – 230 V – 400 KVA, que alimenta a las siguientes facultades:

Tabla 3.1 Análisis de máxima demanda del transformador de potencia

Ubicación	Máxima demanda total en K.W	Máxima demanda total en K.V.A	Total en K.V.A
Facultad de Educación	40	44	44.40
Facultad de Arquitectura	40	44	44.40
Facultad de ciencias empresariales	40	44	44.40
Facultad de Ciencias Medicas	40	44	44.40
Centro data D.T.I	50	55.6	55.6
motores eléctricos	10	11	11.10
<b>Total, de consumo de carga eléctrica</b>	<b>220.00</b>	<b>242.2</b>	<b>244.30</b>

Fuente (Propia)

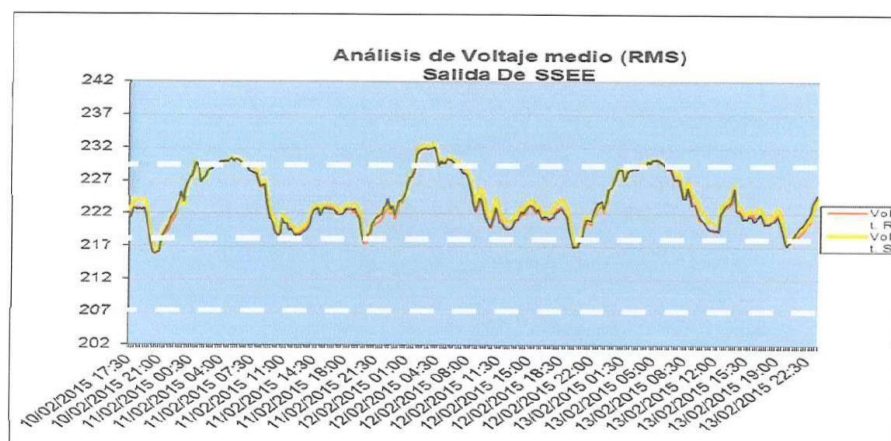
### 3.1.2. Estudio Previo de la Calidad de Energía

#### 3.1.2.1. Tensión

Siendo la tensión nominal 230V, según la transformación de relación de transformación del transformador de potencia de 10000/230 voltios en el sistema del TAP, cabe precisar que la norma técnica de calidad de los servicios eléctricos NTCSE, indica los niveles de tensión deben de estar entre el 5% de la tensión nominal, este se encuentra en el 3%, dentro de los parámetros exigidos por la NTCS

Diagrama 3.1 de análisis de tensión con analizador de redes

DIAGRAMA

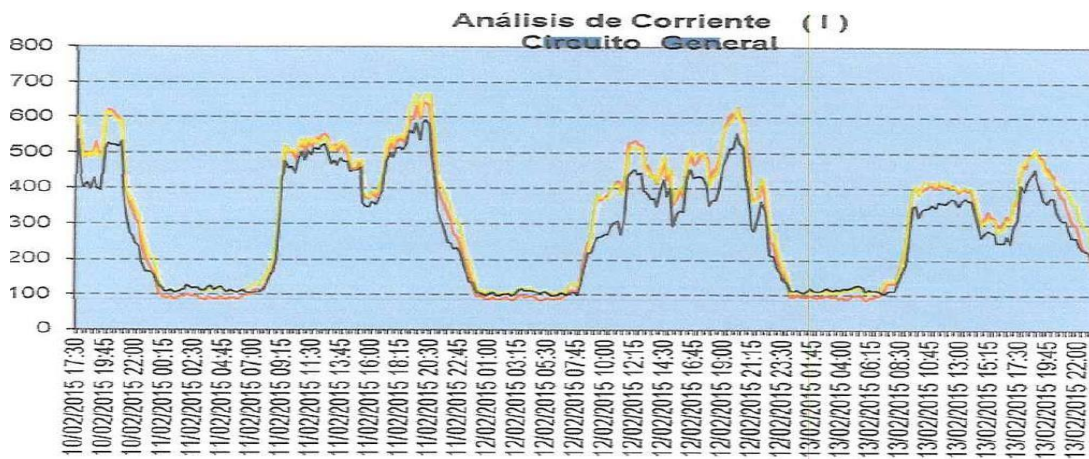


Fuente: (Propia)

#### 3.1.2.2. Desbalance de Corriente

No existe desbalance corriente, se ha registrado un balance del orden del 3.8 %, muy bajo mayor del valor de los parámetros máximos recomendado que es el 10%.

Diagrama 3.2 de análisis de corriente con analizador de redes

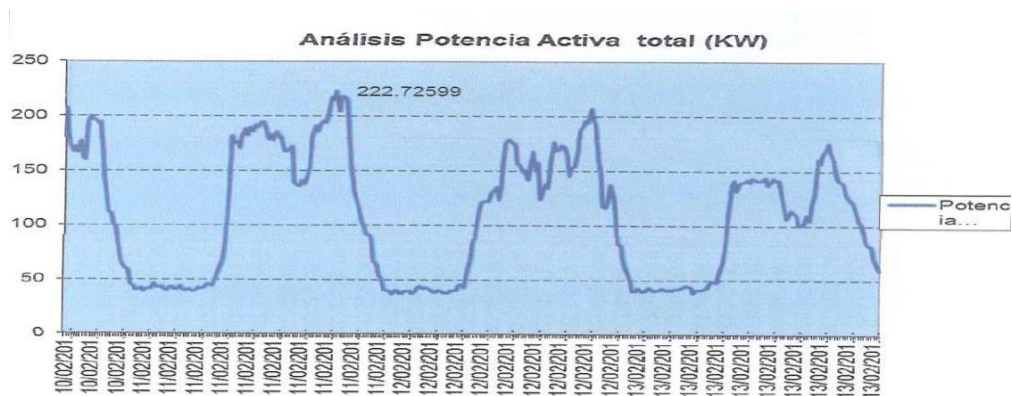


Fuente: (Propia)

### 3.1.2.3. Potencia Activa

En el periodo de medición, se ha registrado un valor máximo de 222.7 KW durante la estadía del instrumento eléctrico.

Diagrama 3.3 de análisis de potencia activa con analizador de red

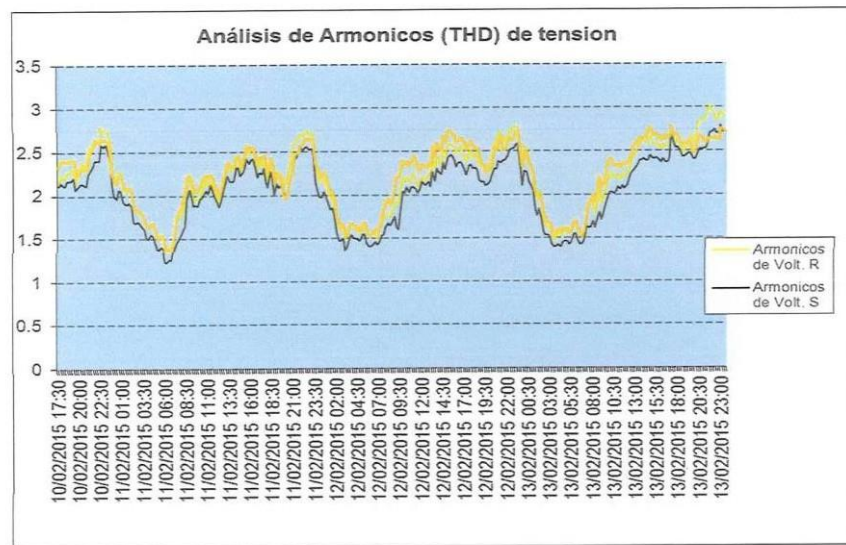


Fuente: (Propia)

### 3.1.2.4. Armónicos de tensión

Se registraron valores menores al límite máximo permisible LMP por la NTCSE.

Diagrama 3.4 de análisis de armónicos de tensión con analizador de redes

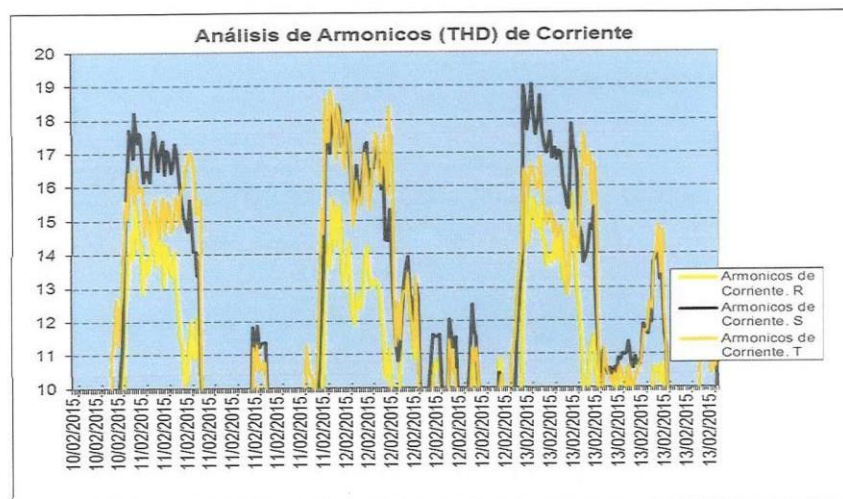


Fuente: (Propia)

#### 3.1.2.5. Armónicos de Corriente

El valor máximo registrado fue de 19.2 % que se encuentra al límite máximo permisible indicado por la IEEE 519 que es 20%.

Diagrama 3.5 de análisis de armónico de corriente con analizador de redes



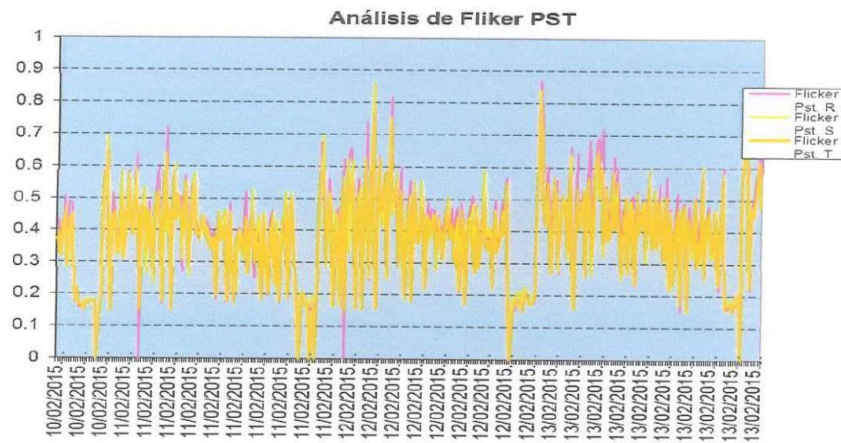
Fuente: (Propia)

#### 3.1.2.6. Flicker

Se registraron valores menores al límite máximo permisible LMP por NTCSE. 0.88% de valor nominal de 1%.



Diagrama 3.6 de análisis de flicker con analizador de redes



Fuente: (Propia)

Diagrama 3.7 de análisis general con analizador de redes

PARAMETRO		MIN	MAX	RMS	Permitido / Recomendado
Tensión (Voltios)	R-S	212	235	222	[218.5,241.5]
	S-T	214	234	225	
	T-R	213	234	223	
Desbalance de tensión %		0.2%	0.25%	1.35%	0.15%
Corriente (Amperios)	R-S	93	800	680	
	S-T	103	780	682	
	T-R	98	806	679	
Desbalance de Corriente		2.4%	1.24%	1.35%	1.22%
Potencia Activa		222.9 KW	223.8KW	220KW	
Potencia Reactiva		101.5 KVAR	102.8 KVAR	100.9KVAR	
Factor de potencia		0.58	0.57	0.59	
Frecuencia		60	60	60	
Armónicos de tensión	R-S	3.86 %	3.18 %	3.00 %	Límite Máximo Permisible 8%
	S-T	2.81 %	2.02 %	2.98 %	
	T-R	2.83 %	2.05 %	2.71 %	
Armónicos de corriente	R-S	19.4 %	18.28 %	19.9 %	Límite Máximo Permisible 20%
	S-T	18.8 %	19.5 %	19.34 %	
	T-R	19.7 %	19.8 %	19.01 %	

Fuente: (Propia)

### 3.1.3. Cuadro de máxima demanda para nuevo proyecto

Se realizó el cálculo general de máxima demanda para el diseño del sistema de utilización en media tensión 10 – 22.9 kv - 3φ, para mejorar la calidad de energía de la facultad de ciencias médicas de la universidad Cesar Vallejo – Trujillo.

Tabla 3.2 de máxima demanda para diseño del transformador de potencia

CUADRO DE MAXIMA DEMANDA LOCAL DEL VICERRECTORADO DE ASUNTOS ESTUDIANTILES (V.A.E.) - LARCO 1751 - TRUJILLO								
ITEM	CONCEPTO	A.TECH H	A.LIBRE E	C.unit W/m	C.INSTAL L W	F.DE M	M.DE M	M.DE M
1) Iluminación y Tomacorrientes : Area Techada Area Libre 2)Cargas especiales Ordenadores cpu								228,575.92
		1895.1		15.0	28426.5	0.60	17055.9	
			782.6	6.0	4703.4	0.60	2822.0	
					12600.0	0.70	8820.0	
					284794.0	0.70	199355.8	
					746.0	0.70	522.2	
MAXIMA DEMANDA TOTAL								228,575.92
NOTA: Para el cálculo de la máxima demanda se ha tenido presente la norma 050-210 TABLA 14 del CNE y agente								
2) CALCULO DE M.D. :								
M.D. = 228575.92 x 0.70= <b>160,003.14</b> W (Aplicado con el factor de simultaneidad)								

Fuente: (Propia)

### 3.1.4. Calculo de Caída de Tensión

Para el cálculo eléctrico se tuvo en cuenta la característica de los conductores, para calcular la sección idónea en cada tramo se consideraron los siguientes datos los cuales se puede revisar en el **anexo 6**

### 3.1.5. Cálculo de Corriente Eléctrica

En nuestro trabajo se estudió la intensidad de corriente eléctrica la cual va a circular por todas las redes con ello se logrará determinar máxima demanda dichos cálculos se pueden apreciar en el **anexo 7**

### 3.1.6. Tabulación de resultados

Se obtuvo los siguientes resultados gracias a la aplicación de diversas formulas.

**Tabla 3.3 de conductor aaac 50 mm<sup>2</sup>:**

Sección mm <sup>2</sup>	R cc20°C Ohm/Km	R 80°C Ohm/Km	Dmg mm	Rs mm	L Hr/Km	X Ω/Km	K 3Ø V/(A.Km)
50	0.663	0.806	1259.92	2.89	0.001215	0.4581	1.6055

**CABLE N2XSY 50 mm<sup>2</sup>:**

SECCION NOMINAL	RESISTENCIA	RESISTENCIA		REACTANCIA		AMPACIDAD		AMPACIDAD	
	DC a	AC		(A)	(B)	ENTERRADO		AIRE	
	20°C	(A)	(B)			20°C	30°C		
mm <sup>2</sup>	mmOhm/Km	Ohm/Km	Ohm/Km	Ohm/Km	Ohm/Km	(A)	(B)	(A)	(B)
50	0.387	0.494	0.494	0.2704	0.1513	250	230	280	245



DIAGRAMA UNIFILAR:

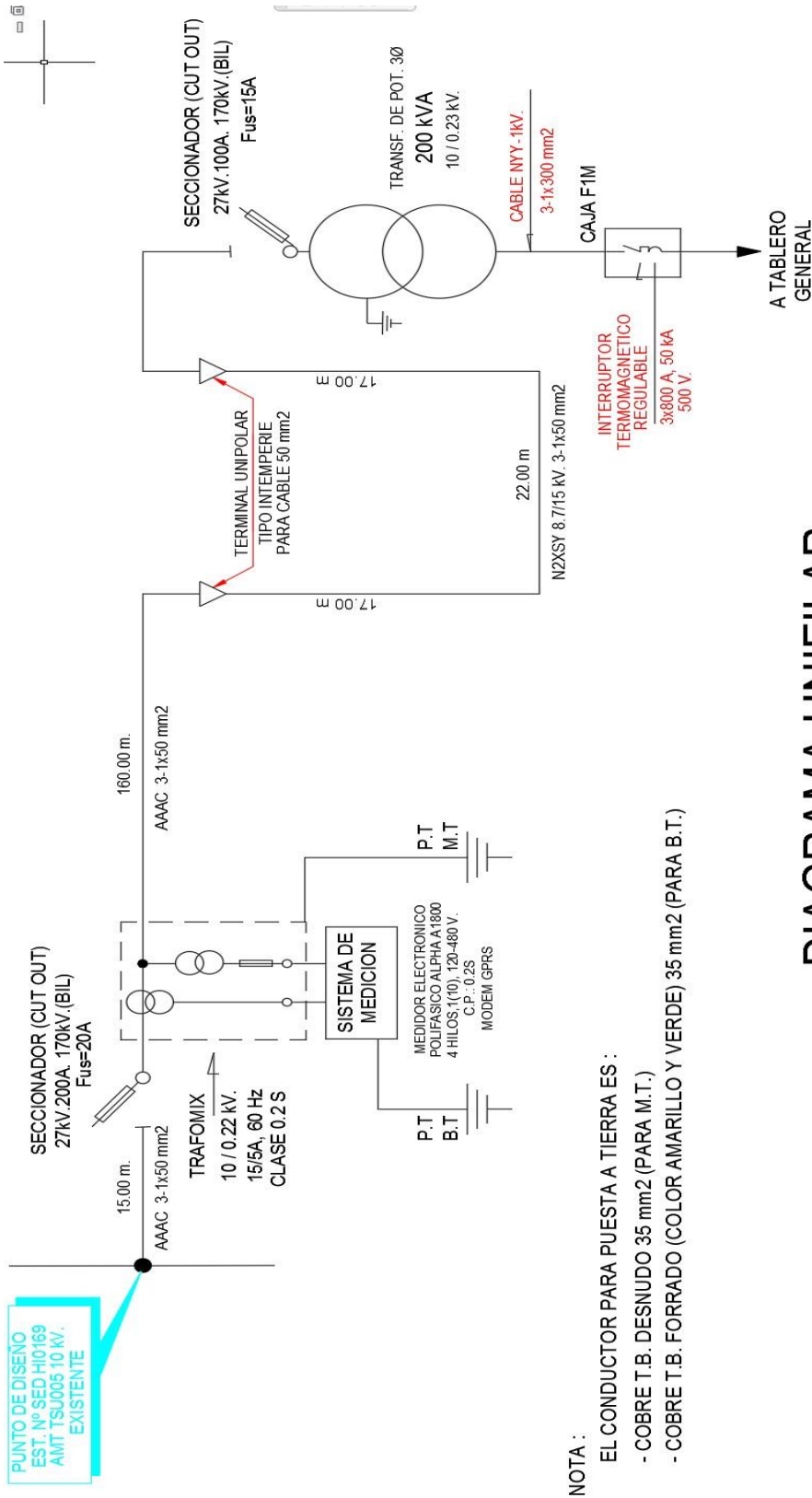


DIAGRAMA UNIFILAR

NOTA :

EL CONDUCTOR PARA PUESTA A TIERRA ES :

- COBRE T.B. DESNUDO 35 mm² (PARA M.T.)
- COBRE T.B. FORRADO (COLOR AMARILLO Y VERDE) 35 mm² (PARA B.T.)

CALCULO DE CAIDA DE TENSION:

[illegible]

**Conclusión:** El conductor de AAAC de 50 mm<sup>2</sup> y el cable N2XSY de 50 mm<sup>2</sup> nuevo a ser instalado, dicho conductor según su ficha técnica cumple las condiciones para la red subterránea proyectada por lo que los seleccionamos.

### 3.2. Dimensionamiento del cable n2xsy (por corriente y corto circuito):

Condiciones:

La potencia de cortocircuito y el tiempo de apertura de los sistemas de protección se han estimado, teniendo en cuenta algunos estudios de coordinación de la protección elaborados para Hidrandina.

#### 3.2.1. Calculo por Corriente de Carga

En este caso se utilizo las tablas del CNE - SUMINISTRO Y UTILIZACIÓN para condiciones subterráneas:

$$F_{eq} = 1.092 \times 1.00 \times 1.20 \times 0.83 = 1.088$$

$$I_c = \frac{P}{\sqrt{3} \times V} = \frac{200}{\sqrt{3} \times 10} = 11.55$$

Luego la corriente de diseño:

$$I_d = I_c / F_{eq}$$

$$I_d = \frac{11.55}{1.088} = 10.62 \text{ A}$$

El cable 3-1x50 mm<sup>2</sup> N2XSY con capacidad nominal de 250 A transportará la corriente actual y la posible carga futura, en forma holgada y segura.

### 3.2.2. Cálculo de la corriente de cortocircuito en el conductor

Condiciones:

$$I_{cc} = \frac{P_{cc} \text{ (MVA)}}{\sqrt{3} \times V \text{ (KV)}}$$

$$I_{cc} = \frac{312}{\sqrt{3} \times 10}$$

$I_{cc} = 18.01 \text{ kA}$ .

### 3.2.3. Cálculo por corriente de corto circuito térmicamente admisible en el cable (ikm)

$$I_{km} = \frac{0.143 S}{\sqrt{t}}$$

$$I_{km} = \frac{(0.143) \times (50)}{\sqrt{0.10}}$$

$I_{km} = 22.61 \text{ kA}$

Se calculó  $I_{cc} = 18.01 \text{ kA}$  en el sistema.

Ya que  $I_{km} > I_{cc}$ , la selección del cable N2XSY de  $50 \text{ mm}^2$  es la correcta.

### 3.3. Cálculo del conductor aéreo por capacidad térmica frente a los cortocircuitos

$$I_m = I_{cc} \sqrt{(m+n)t}$$

“Según NORMA DGE 018-Bases para el diseño de líneas y redes de Primarias”

$$I_{cc} = 18.01 \text{ kA}$$

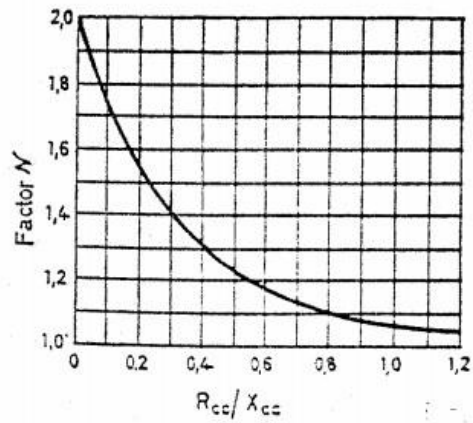


Figura 1 Reducción de la corriente de cortocircuito de choque vs  $R/X$

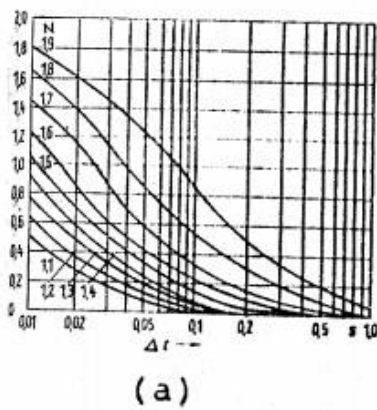


Figura 2 "m" Miembro de CC

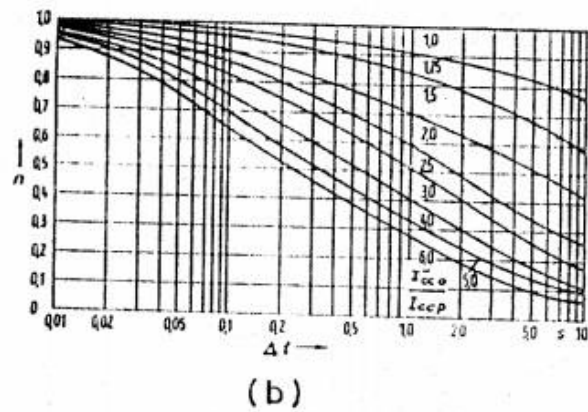


Figura 3 "n" miembro de C.A.

# CALENDARIO TRANSITORIO DE CONDUCTORES DE ALUMINIO DURANTE UN CORTOCIRCUITO

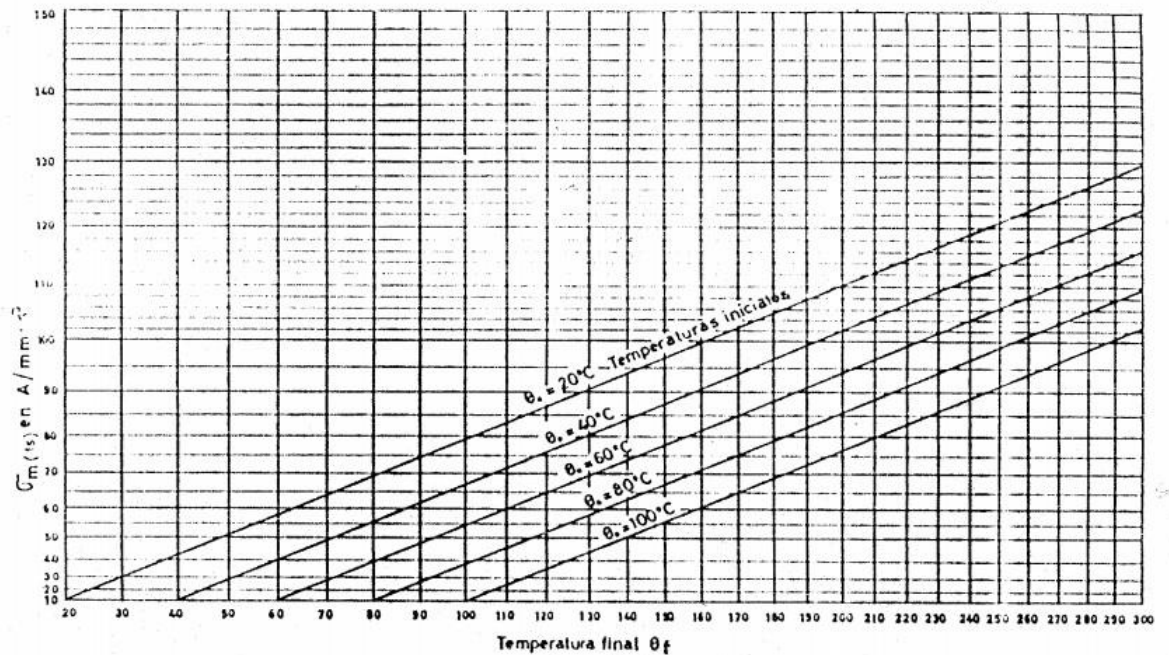


Figura 4 Densidad de corriente de cortocircuito

Para  $N = 0.3$  de los gráficos N° 2 y 3 se determina:  $m = 0$ ;  $n = 0.70$ ;  $I_{cc} = 18.01 \text{ kA}$

Luego reemplazando datos tenemos:

$$I_m \square I_{cc} \sqrt{(m+n)t}$$

$$I_m = 4.76 \text{ kA}$$

Cuando se tiene una temperatura inicial de  $20^\circ\text{C}$  y  $160^\circ\text{C}$  final. La densidad máxima admisible es  $100 \text{ A/mm}^2$ , por tanto, la sección mínima del conductor es:  $47.60 \text{ mm}^2$  o sea  $50 \text{ mm}^2$ , por eso como en la factibilidad otorgada por Hidrandina se establece que el calibre mínimo es de  $50 \text{ mm}^2$ , entonces seleccionamos esta sección

**Conclusiones:**

El conducto que hemos seleccionado es tipo AAAC de 50 mm<sup>2</sup> y cumple con las condiciones necesarias tanto en caída de tensión, corriente admisible y corto circuito por lo que lo seleccionamos.

**3.4. Cálculo del transformador de potencia:**

Considerando para una Demanda Máxima (kW):

SS EE	1.00
M D	160.00 kW
Total	160.00 kW
<b>P</b>	<b>200 kVA</b>

**Conclusion:**

De acuerdo a catálogos del fabricante, seleccionamos un transformador de potencia trifásico de 200 kVA, 10000/230 Voltios, 60 Hz de frecuencia.

**3.5. Cálculo del conductor en los transformadores-tablero de baja tensión.****a) Capacidad de Corriente:**

$$I_n = P(\text{kVA}) / \sqrt{3} \times V$$

**En transformador de 200 kVA, 10/0.23 kV:**

Para 220 V (200 kVA):

$$P = 200 \text{ kVA}, \quad V = 220 \text{ Voltios}$$

$$\text{Reemplazando:} \quad I_n = 524.86 \text{ A.}$$

**b) Caída de Tensión:**

$$\Delta V = ( \sqrt{3} \times I \times L \cos\phi ) / 57 \times S$$

**Para transformador de 200 kVA, 10/0.23 kV:**

Para 220 V (200 kVA):

$$\begin{aligned} \Delta V &= ( \sqrt{3} \times 524.86 \times 20 \times 0.8 ) / (57 \times 300) \Delta V \\ &= 0.8506 \text{ V (0.3866 \% ) } \lll 3.5 \% \end{aligned}$$

**Conclusiones:**

La sección del conductor para el alimentador a utilizar: Según Información Indeco, para el transformador de 200 kVA se usarán una terna de cable Tipo NYY 0.60/1.0 kV de 3-1x300 mm<sup>2</sup> para 220 V, porque cumple con las condiciones necesarias para su dimensionamiento.

Para el Transformador de 200 kVA, se usará una terna de cable de energía tipo NYY, 0.6/1 kV. 3-1x300 mm<sup>2</sup> para 220 V

**3.6. Selección de los Fusibles en Media Tensión (MT):**

$$I_f \geq 1.5 I_n$$

Demanda Máxima de 160.00 kW (200.00 kVA)

Transformadores de Potencia Trifásico de 200 kVA

Nivel de tensión de 10 kV.



Calculo de Fusibles Estructura PMI:

$$I_n = 200 / (\sqrt{3} \times 10)$$

$$I_n = 11.55 \text{ Amp.}$$

$$I_f \geq 1.5 I_n = 1.5 \times 11.55$$

$$I_f \geq 17.33 \text{ Amp.}$$

Calculo de Fusibles Transformador 200 kVA:  $I_n$

$$= 200 / (\sqrt{3} \times 10)$$

$$I_n = 11.55 \text{ Amp.}$$

$$I_f \geq 1.5 I_n = 1.5 \times 11.55$$

$$I_f \geq 17.33 \text{ Amp.}$$

**Seleccionaremos:**

- Para la Estructura PMI utilizaremos fusibles tipo K de 20 A.
- Para el transformador de 75 kVA utilizaremos fusibles tipo K de 15 A.

### **3.7. Cálculo de interruptores termomagnéticos para tableros generales en Baja Tensión (BT):**

Transformador de 200 kVA:

Para una Demanda Máxima de: 160.00 kW  $I_n =$

$$P (\text{kVA}) / (\sqrt{3} \times V)$$

**Para Transformador de 200 kVA, 10/0.23 kV:**

Teniendo en cuenta el tipo de cable NYY que es de 3-1x300 mm<sup>2</sup> para 220 V, cuya capacidad de corriente que soporta por terna es de 646 A.

Para 220 V (200 kVA):

SAB – 1	
P(kVA)	200.00
In (A)	524.86
If(A) = 1.5In(A)	787.29
Interruptor Termomag. reg	800.00

**Seleccionamos:**

Para Transformador de 200 kVA: 01 Interruptor Termomagnético Regulable en el tablero general de 3 x 800 A 500V/50 kA, IEC 947-2 para 220 V.

**3.8. Cálculos Eléctricos de Aisladores**

Para el cálculo se puede revisar el anexo 09

**3.9. Cálculo de la cimentación**

Para el cálculo se puede revisar el anexo 10

**3.10. Cálculo de la retenida**

Las retenidas se utilizarán en los postes de fin de línea y en los de ángulo, se calcularán considerando que absorben el 100 % de los esfuerzos en el poste, de tal manera que estos trabajarán solo a compresión.

La fuerza aplicada en conductor de la retenida es contrarrestada por el peso del terreno, el cual no es más que un tronco de pirámide, donde la base inferior será la correspondiente a la del bloque de anclaje.

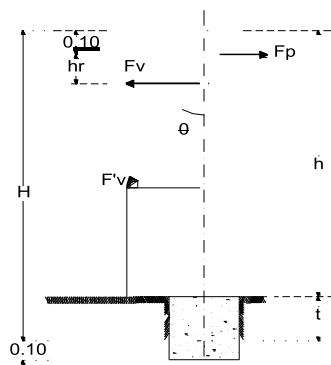


DIAGRAMA DE CUERPO LIBRE PARA RETENIDAS

Figura N° 09

## CALCULO DEL CABLE

Se emplearon las siguientes fórmulas para la condición de equilibrio:  $F_v =$

$$F_p \cdot ((h - 0.10) / (h - 1.0))$$

$$F_v = F_v / \text{Sen } \square$$

Donde:

$F_v$  = Fuerza equivalente, a la fuerza en la punta ubicado en la posición de la retenida (Kg.)

$F_p$  = Tiro (kg.)

$F'_v$  = Fuerza en el cable de retenida (Kg.)

$\square$  = Angulo de aplicación de la retenida.

## TABULACION

<b>Condiciones. AAAC (mm2)</b>	<b>=</b>	<b>50</b>
<b>Poste(m/Kg)</b>	<b>=</b>	<b>15/400</b>
<b>Cable Ao.Go.</b>		<b>3/8</b>

<b>H</b> (m)	<b>t</b> (m)	<b>H</b> (m)	<b>Hr</b> (m)	<b>To</b> (Kg)	<b>Fp</b> (Kg)	<b>Fv</b> (Kg)	<b>Tr</b> (Kg)
13	1.8	13.2	12	310	133.43	143.28	3,152.00

<b>TIRO EN EL CABLE (Kg)</b>							
<b>Descripción</b>	<b>Separación del cable</b>						
	<b>m)</b>						
	<b>3</b>	<b>3.5</b>	<b>4</b>	<b>4.5</b>	<b>5</b>	<b>5.5</b>	<b>6</b>
<b>θ</b>	14.04	16.26	18.43	20.56	22.62	24.62	26.57
<b>F'v (Kg)</b>	590.75	511.71	453.09	408.06	372.52	343.88	320.38
<b>C.S.</b>	5.34	6.16	6.96	7.72	8.46	9.17	9.84

### CALCULO DE LA VARILLA

El cálculo se hace para el caso más crítico, cuando el tiro en el cable es igual al tiro de rotura.

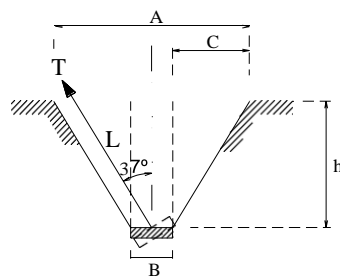


DIAGRAMA PARA EL CALCULO  
DE LA VARILLA DE ANCLAJE

Figura N° 10

### FORMULAS EMPLEADAS

$$V = T / \square$$

$$V = (1/3) \cdot h [ (B + 2C)^2 + B^2 + \sqrt{(B + 2C)^2 \cdot B^2} ]$$

$$Le = (h / \cos \alpha) + 0.20$$

$$L = Le + Ls + Lm$$

Donde:

V = Volumen del tronco de pirámide (m<sup>3</sup>) T

= Tiro máximo (Kg)

$\alpha$  = Peso específico del terreno (Kg/m<sup>3</sup>)

h = Profundidad de enterramiento del bloque (m) B

= Dimensiones del bloque de anclaje (m)

$\alpha$  = Inclinação de la varilla con la vertical (grados) Le

= Longitud empotrada de la varilla (m)

Ls = Longitud sobre el nivel del piso de la varilla (m)

Lm = Longitud dentro del macizo de la varilla (m)

L = Longitud total de la varilla (m)

#### TABULACION DE RESULTADOS

Clase de terreno :	medio
Angulo del talud del terreno ( ° ) :	48
Peso específico del terreno (Kg/m <sup>3</sup> ) :	1800
Diámetro de varilla de anclaje (Pulg) :	5/8
Inclinación de la varilla con la vertical ( ° ) :	37
Tipo de cable de acero :	Siemens Martin
Diámetro del cable de retenida (Pulg) :	3/8
	3,152

V	=	1.8	m <sup>3</sup>
B	=	0.60	M
h	=	0.94	M
Le	=	1.37	M
Ls	=	0.20	M
Lm	=	0.30	M
L	=	1.87	M

### Conclusión:

Por lo tanto, se elige una varilla normalizada de 2.40 m.

### BLOQUE DE ANCLAJE

Para el cálculo del bloque de anclaje se aplican lo siguiente:

$$d > R / (1.5 \times L)$$

Donde:

R : Tiro de la retenida (Kg.)

d : Diámetro o ancho del bloque de anclaje (Cm) L

: Longitud del bloque de anclaje (Cm)

<b>Cond.</b>	<b>AAAC</b>	<b>(mm<sup>2</sup>)</b>
=		<b>50</b>
<b>Poste</b>		<b>(m/Kg)</b>
=		<b>15/400</b>

Descripción	Separación del cable m)						
	3	3.5	4	4.5	5	5.5	6
<b>R (Kg)</b>	590.75	511.71	453.09	408.06	372.52	343.88	320.38
<b>L (Cm)</b>	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00
<b>d (Cm)</b>	50.00	50.00	50.00	50.00	50.00	50.00	50.00
<b>R/(1.5 L)</b>	19.69	17.06	15.10	13.60	12.42	11.46	10.68
<b>C.S.</b>	2.54	2.93	3.31	3.68	4.03	4.36	4.68

### Conclusiones:

De acuerdo a los cálculos y tablas se determina que las dimensiones de anclaje para este proyecto son:

0.50 x 0.50 x 0.20 m.

### 3.11. Distancia mínima:

Esta establecido en el CNE

#### 3.11.1. Mínimo ancho de la franja de servidumbre

Esta establecido en el CNE

Tensión Nominal de la Línea (KV)

10 a 15

Ancho (m)

6

#### 3.11.2. Distancia de seguridad en tramos verticales

Los dimensionamientos y datos están sujetos y establecidos según norma los cuales podemos ver en el **anexo 10**

#### 3.11.3. Distancia mínima entre conductores de diferente soporte

Los dimensionamientos y datos están sujetos y establecidos según norma los cuales podemos ver en el **anexo 11**

#### **3.11.4. Distancia mínima entre conductores del mismo soporte**

Los dimensionamientos y datos están sujetos y establecidos según norma los cuales podemos ver en el anexo 12

#### **3.11.5. Distancia de seguridad para cualquier dirección**

Los dimensionamientos y datos están sujetos y establecidos según norma los cuales podemos ver en el **anexo 13.**

Tabla de presupuesto general con detalle de materiales e insumos y montaje electromecánico



ITEM	E S P E C I F I C A C I O N E S	METRADO		COSTO (Nuevo's Soles)	
		UNIDAD	CANTIDAD	UNITARIO	TOTAL
<b>1.000</b>	<b>SUMINISTRO DE MATERIALES</b>				
1.101	<b>POSTES DE CONCRETO ARMADO</b>				
1.102	POSTE DE C.A.C. DE 13/400/180/375	u	6.00	1,085.00	6,510.00
	MENSULA DE C.A. DE 1.5/250	u	3.00	68.00	204.00
1.103	CRUCETAS	u	4.00	68.50	274.00
1.104	MEDIA PALOMILLA DE 1.50 m.	u	1.00	98.00	98.00
1.105	RIELES AGULADO COMPLETO PARA DESCANSO DE TRAFIO	u	1.00	1,550.00	1,550.00
1.106	Ductos de 4 vías de 4 " diam. 1.20M	u	0	0	0
	SUB-TOTAL 1.100:				8,636.00
<b>1.200</b>	<b>CONDUCTORES ELECTRICOS Y ACCESORIOS</b>				
1.201	CABLE DE ENERGIA TIPO SECO UNIPOLAR N2XS-Y - 15 KV, 3x50 mm2.	m	0.00	0.00	0.00
1.202	CABLE DE ENERGIA TIPO NYY - 1 KV (2) 3 - 1 x 120 mm2.	m	96.00	149.20	14,323.20
1.203	CONDUCTOR ELECTRICO DESNUDO ALUMINIO AAAC 70mm	m	756.00	5.25	3,969.00
1.204	CABLE DE COBRE TEMPLE DURO 1 x 35 mm2.	m	20.00	13.85	277.00
1.205	CABLE DE COBRE TIPO NLT 4 x 12 AWG.	m	12.00	6.50	78.00
1.206	CABLE DE COBRE TIPO NLT 4 x 14 AWG.	m	12.00	5.50	66.00
1.207	TERMINAL UNIPOLAR 15 KV, PARA CABLE DE 35 mm2. TIPO INTERIOR	Kit	1.00	1,350.00	1,350.00
1.208	TERMINAL UNIPOLAR 15 KV, PARA CABLE DE 35 mm2. TIPO EXTERIOR	Kit	1.00	1,550.00	1,550.00
	SUB-TOTAL 1.200:				21,613.20
<b>1.300</b>	<b>AISLADORES Y ACCESORIOS</b>				
1.301	AISLADPR POLIMÉRICO TIPO SUSPENCIÓN 25 KV	m	12.00	125.00	1,500.00
1.302	AISLADPR HÍBRIDO TIPO PIN 25 KV	m	12.00	165.00	1,980.00
	SUB-TOTAL 1.00:				3,480.00
<b>1.400</b>	<b>FERRETERIA Y EQUIPOS</b>				
1.401	CONECTORES DE COBRE DERIVACION EN T PARA 10 mm. DE DIAMETRO	Pza	9.00	35.00	315.00
1.402	TERMINAL OJO DE 10 mm. DE DIAMETRO	Pza	12.00	30.00	360.00
1.403	BARRA DE COBRE SOLIDO REDONDA DE 10 mm. DE DIAMETRO.	ml	15.00	38.00	570.00
1.404	PLATINA DE COBRE 5 x 30 mm PARA PUESTA A TIERRA.	ml	12.00	27.00	324.00
1.405	PLATINA DE COBRE 60 x 5 mm PARA CONEXIONADO	ml	12.00	35.00	420.00
1.406	CINTA SEÑALIZADORA PARA M.T.	ml	250.00	0.60	150.00
1.407	TUBERIA DE F" G" 3" DE DIAMETRO x 6.00 m.	u	2.00	400.00	800.00
1.408	CURVA DE F" G" 3" DE DIAMETRO	u	2.00	64.00	128.00
1.409	TERMINALES DE COMPRESION 1500 A	Pza	14.00	15.00	210.00
1.410	SOPORTE DE PLATINA DE 1 1/2"x3/16" P" CABEZA TERMINALES	u.	1.00	76.00	76.00
1.411	FERRERETIA (PERNOS, TARUGOS Y CINTILLOS)	GBAL.	1.00	395.25	395.25
	SUB-TOTAL 1.400:				3,748.25
<b>1.500</b>	<b>PUESTA A TIERRA</b>				
1.501	VARILLA DE COBRE 16mm (5/8") Øx2.40m	u	4.00	169.49	677.96
1.502	CONECTOR VARILLA(5/8"Ø)- CABLE (35mm2)	u	4.00	9.00	36.00
1.503	BENTONITA (30KG/SACO)	SACO	12.00	30.00	360.00
1.504	CAJUELA DE C.A.V.	u	4.00	32.00	128.00
1.505	TIERRA DE CULTIVO	m3	16.00	55.00	880.00
	SUB-TOTAL 1.500:				2,081.96
<b>1.600</b>	<b>RETENIDAS</b>				
1.601	VARILLA DE ANCLAJA DE Cobre 16mm (5/8") Øx2.40m	u	2.00	29.00	58.00
1.602	ASLADOR TIPO NUEZ	u	2.00	9.00	18.00
1.603	PERNO ANGULAR DE 11" X 5/8	u	2.00	9.80	19.60
1.604	AMARRE PREFORMADO	u	8.00	8.50	68.00
1.605	ALAMBRE GALVANIZADO 3/8 SAN MARTIN	m	30.00	4.25	127.50
1.606	GUARDA CABLE DE F" g"	u	4.00	32.00	128.00
1.607	BRAZO CONTRAPUNTA CON ABRAZADERA	u	2.00	85.00	170.00
	SUB-TOTAL 1.600:				589.10
<b>1.700</b>	<b>EQUIPOS DE MEDICION Y ACCESORIOS</b>				
1.701	MEDIDOR POLIFÁSICO ELECTRÓNICO ELSTER ALPHA A3 TIPO A3RALN, 4 HILOS, C.P 0.2. ENERGÍA ACTIVA EN KW-H, ENERGÍA REACTIVA EN KVAR-H, MÁXIMA DEMANDA EN KW Y KVAR, FUENTE TRIFÁSICA, MEMORIA DE 128KV, LCD DE 06 DÍGITOS PROGRAMABLES, VALORES INSTANTÁNEOS DE CORRIENTE, TENSIÓN, FACTOR DE POTENCIA, CON PUERTO ÓPTICO, PANTALLA CD BIDIRECCIONAL CON PERFIL DE CARGA DE HASTA 08 CANALES, CON TARJETA DE COMUNICACIÓN CON PROTOCOLO RS-232, RS-485 Ó MODEM; TIPO A3 RALN, 2.5 (20A), 120-480V, 60HZ. CON ACTUALIZACIÓN "Q" PARA CALIDAD DE ENERGÍA, CON MODEN PARA MODELO SA- GL1218TETRA BANDA 850/900/1800/1900 ADECUADO PARA TELEMETRÍA.	Pza	1.00	3,859.20	3,859.20
	SUB-TOTAL 1.700:				3,859.20
<b>1.800</b>	<b>SUBESTACIÓN TIPO AEREA</b>				
1.801	MANTENIMIENTO Y CAMBIO DE VOLTAJE DE Transformador Y TRANSFORMIX de distribución de 200 KVA de 10	u.	1	9750	9750
1.802	Transformador de distribución de 250 KVA de 10/0.23 KV.	u.	0	0	0
1.803	Seccionador de Potencia Tripolar uso Interior 12 KV, 400 A.	Cjto.	0	0	0
	con fusibles limitadores de 63 A y soporte metálico.				
1.804	Seccionador de Potencia Tripolar 12 KV, 400 A.	Cjto.	0	0	0
	con fusibles limitadores de 20 A y soporte metálico.				
1.805	Seccionador de Potencia Tripolar 12 KV, 400 A.	Cjto.	0	0	0
	con fusibles limitadores de 30 A y soporte metálico.				
1.806	Seccionador Unipolar de 12 KV.	u	0	0	0
1.807	Celdas metálicas de trnasformación	u	0	0	0
					9,750.00
<b>1.900</b>	<b>EQUIPOS DE PROTECCIÓN</b>				
1.901	SECCIONADORES TIPO COUT OUT DE 150 KV BIL 100A DE 27KV	u	2.00	1,150.00	2,300.00
	Interruptor Termomagnetico 800-1000 A. 480V	u	0	0	0
	Interruptor Termomagnetico 250-400 A. (F1)	u	1	950	950
	Caja Para Interruptor Tipo F1 de Poliester	u	2	1250	2500
	SUB-TOTAL 1.800:				5,750.00
	<b>TOTAL SUMINISTRO DE MATERIALES</b>				<b>59,507.71</b>

<b>2.000</b>	<b><u>MONTAJE ELECTROMECHANICO Y CIVILES</u></b>				
<b>2.100</b>	<b>POSTES DE CONCRETO ARMADO</b>				
2.101	MONTAJE DE ESTRUCTURA PMI INCL. ACCESORIOS	m	1.00	1,500.00	1,500.00
2.101	MONTAJE DE POSTE DE C.A.C. DE 13/400/180/375, INCL. EXCAVACIÓN DEL HOYO DE 1.60x1x1 m. INCL. ACCESORIOS	m	6.00	430.00	2,580.00
	SUB-TOTAL 2.100:				4,080.00
<b>2.200</b>	<b>PUESTA A TIERRA</b>				
2.210	EJECUCION PUESTA A TIERRA, INCL. EXCAVACION, MOVIMIENTO DE MATERIALES, RELLENO, COMPACTACION.	Cjto	4.00	485.00	1,940.00
	SUB-TOTAL 2.200				1,940.00
<b>2.300</b>	<b>INSTALACIÓN DE TRANSFORMADORES.</b>				
2.301	INSTALACIÓN DE TRANSFORMADOR DE 200 KVA.	Cjto.	1.00	1,200.00	1,200.00
	INSTALACIÓN DE TRANSFORMADOR DE 250 KVA.	Cjto.	0.00	0.00	0.00
	SUB-TOTAL 2.300				1,200.00
<b>2.400</b>	<b>INSTALACIÓN DE CELDAS AUTOSOPORTADAS</b>				
2.401	INSTALACIÓN DE CELDAS DE TRANSFORMACIÓN	Cjto.	1.00	1,500.00	1,500.00
2.401	INSTALACIÓN DE CELDA DE PROTECCIÓN	Cjto.	1.00	1,800.00	1,800.00
	SUB-TOTAL 2.400				3,300.00
<b>2.500</b>	<b>CABLES Y ACCESORIOS</b>				
2.501	CABLE DE ENERGIA TIPO SECO UNIPOLAR N2XSY - 15 KV, 3x50 mm2.	ml	0.00	0.00	0.00
2.502	CABLE DE ENERGIA TIPO NYY - 1 KV (2) 3 - 1 x 120 mm2.	ml	96.00	11.00	1,056.00
2.503	CONDUCTOR ELECTRICO DESNUDO ALUMINIO AAAC 70mm	ml	756.00	4.25	3,213.00
2.504	CABLE DE COBRE TEMPLE DURO 1 x 35 mm2.	ml	20.00	2.50	50.00
2.505	INST. TERMINAL UNIPOLAR 15 KV, PARA CABLE SECO 1x35 mm2. TIPO INTERIOR	Kit	0.00	0.00	0.00
2.506	INST. TERMINAL UNIPOLAR 15 KV, PARA CABLE SECO 1x35 mm2. TIPO EXTERIOR	Kit	0.00	0.00	0.00
	SUB-TOTAL 2.500				4,319.00
<b>2.600</b>	<b>CONSTRUCCION DE OBRAS CIVILES</b>				
2.601	ROTURA Y RESANE DE VEREDA Y OBRAS CIVILES	ml.	1.00	650.00	650.00
2.602	EXCAVACION DE ZANJA DE 0.60 x 1.20 m DE PROFUNDIDAD.	ml.	0.00	0.00	0.00
2.603	EXCAVACION DE HOYOS DE 0.80 x 1.60 m DE PROFUNDIDAD.	ml.	0.00	0.00	0.00
2.604	RELLENO, COMPACTACION Y COLOCACION DE CINTA SEÑALIZADORA, EN ZANJA DE 0.60 x 1.20 M. DE PROFUNDIDAD.	ml.	0.00	14.00	0.00
2.605	RETIRO DE MATERIALES RESIDUALES DE LA OBRA REALIZADA.	gbal	1.00	401.41	401.41
2.606	BUZON DE INSPECCIÓN DE 1.20X1.10X1.10 m.	gbal	2.00	185.00	370.00
	SUB-TOTAL 2.600				1,421.41
<b>2.700</b>	<b>INSTALACIÓN DE RETENIDAS</b>				
2.701	INSTALACIÓN DE RETNIDA INCLUYE EXCAVACIÓN RELLENO Y COMPACTACIÓN DE TERRENO	Cjto.	2.00	185.00	
	SUB-TOTAL 2.700				0.00
<b>2.800</b>	<b>TRABAJOS VARIOS</b>				
2.801	PRUEBAS ELECTRICAS Y PUESTA EN SERVICIO				3,000.00
2.802	CONEXIONADO EN CALIENTE				3,750.00
2.803	EXPEDIENTE CONFORME A OBRA				4,000.00
	SUB-TOTAL 2.800				10,750.00
	<b>TOTAL MONTAJE ELECTROMECHANICO</b>				<b>27,010.41</b>
	<b><u>RESUMEN</u></b>				
	1.0 SUMINISTRO DE MATERIALES				59,507.71
	2.0 MONTAJE ELECTROMECHANICO				27,010.41
	4.0 TRANSPORTE				1,557.33
	5.0 GASTOS GENERALES DIRECTOS E INDIRECTOS				7,354.30
	6.0 UTILIDADES				8,807.54
	COSTO DIRECTO				104,237.29
	IMPUESTO GENERAL A LAS VENTAS (18%)				18,762.71
	<b>TOTAL</b>				<b>123,000.00</b>

Fuente: (Propia)

#### **IV. Discusión de resultados**

##### **4.1. Resultados**

A partir de los resultados encontrados, aceptados de la hipótesis alternativa general que establece, si es factible elaborar una propuesta de diseño eléctrico para mejorar la calidad del servicio eléctrico en baja tensión de la facultad de Ciencias Médicas de la Universidad Cesar Vallejo.

Se diseñó un sistema de utilización en media tensión de doble relación en 10 – 22.9 KV considerando una máxima demanda de 160 KVA, para mejorar la calidad del servicio eléctrico en baja tensión de la facultad de Ciencias Médicas de la Universidad Cesar Vallejo Campus Trujillo, para lograr dicho objetivo se cumplió con parámetros técnicos que establece el código nacional de electricidad, concesiones eléctricas del Perú, se estableció una máxima demanda la cual nos sirvió como partida para dicho diseño, se diseñó los planos eléctricos y detalles en AutoCAD, programa que sirve como herramienta para soluciones de ingeniería, se estableció todos los suministros y materiales respectivamente cumpliendo las normas establecidas por el código nacional de electricidad Suministros 2011, para determinar el montaje electromecánico el cual estaría supervisado por profesionales competentes los cuales están debidamente calificado.

## **V. Conclusiones**

- 1.** se realizó un estudio y analizo la calidad del servicio eléctrico en baja tensión de la Facultad de Medicina de la Universidad Cesar Vallejo utilizando instrumentos de mediciones y analizadores eléctricos para verificar en qué estado se encuentra el sistema eléctrico. el cual superaba la carga asignada y por este resultado se analizó al incremento de carga en media tensión para un mayor desempeño eléctrico.
- 2.** Se determinó la demanda máxima actual y se realizó los cálculos respectivos para una nueva máxima demanda partiendo del punto de exigencias para un funcionamiento de calidad.
- 3.** Se determinaron las acciones correctivas solicitando un punto de diseño en media tensión usando como punto de partida para el proyecto de media tensión con doble relación de 10 – 22.9 KV, y as tenga un óptimo desempeño eléctrico.

Se realizó un estudio previo en AutoCAD para desarrollar los planos y detalles de montajes electromecánico.

- 4.** Se elaboró un presupuesto donde se determina las acciones a tomar como proyecto, tales como en los insumos y materiales y montaje electromecánico.

## **VI. Recomendaciones**

Se recomienda un plan de mantenimiento predictivo y preventivo semestral para mantener así en óptimas condiciones el sistema de utilización de media tensión, tanto como en las instalaciones electromecánicas y transformador de potencia y medición, debido que serían equipos exclusivamente de la Universidad Cesar Vallejo.

Se recomienda realizar los trabajos de mantenimiento exclusivamente en coordinación con la empresa suministradora de energía eléctrica, HIDRANDINA, para programar corte de energía desde patio de llaves, para así proteger la vida del personal calificado.

## **VII. Referencias.**

### **Bibliografía.**

- 8.1. Richard G. Budynas, 2008. Diseño en ingeniería mecánica Shigley. Estados Unidos: México. Octava edición
- 8.2. David. H. Myszka. 2012 máquinas y mecanismos, México. cuarta edición.
- 8.3. Dewolf. Beer Johnston. 2007, Mecánica de materiales. Estados Unidos México. 2007 cuarta edición.
- 8.4. Jorge Eduardo Salazar Trujillo, 2007 resistencia de materiales básica para estudiantes de ingeniería. Colombia 2007.
- 8.5. Russell. C. Hibbeler, 2011. Mecánica de Materiales. sexta edición.
- 8.6. POPOV EGOR -1980 Introducción a la Mecánica de Sólidos. Traducción: Paniagua Francisco. Editorial LIMUSA. México.
- 8.7. Máquinas de elevación y transporte. <https://campusvirtual.ull.es/ocw/course/view.php>.
- 8.8. Catálogo de toma fuerza -Parker. [ph.parker.com/us/es/power-takeoffs](http://ph.parker.com/us/es/power-takeoffs)
- 8.9. Catálogo de bombas hidráulicas -Parker [bombashidraulicas.com.mx/](http://bombashidraulicas.com.mx/).
- 8.10. Catálogo de válvulas del proveedor Vickers [getec.cl/oldweb/pdf/hidráulica/2.pdf](http://getec.cl/oldweb/pdf/hidráulica/2.pdf)

8.11. Catálogo del proveedor TYRCO detector de tensión.

[www.tyrco.com.ar/producto\\_detalle.php?ididioma=1&idsede=1&idproducto](http://www.tyrco.com.ar/producto_detalle.php?ididioma=1&idsede=1&idproducto).

8.12. Catalogo válvulas tandem y cilindros hidráulicos del proveedor Prince. [www.vignola.cl](http://www.vignola.cl)

8.13. Catálogo de cilindro hidráulicos del proveedor STS (suministros técnicos del sur S.A) E-Mail: [hidraulica@sts.es](mailto:hidraulica@sts.es) y <http://www.sts.es>

8.14. Tesis de Diseño de un elevador para personas en condición de discapacidad para el laboratorio de investigación en biomecánica y robótica aplicada-PUCP. -Universidad Católica del Perú.

## **VIII - ANEXOS**

### **ANEXO 1 / ESQUEMA PARA ELABORAR CUADRO DE MAXIMA DEMANDA**

- 1- Título.
- 2- Dirección.
- 3- Nombre completo del propietario y/o razón social indicando su RUC (Registro Único del Contribuyente).
- 4- Relación de cargas; Se calcula utilizando un valor de vatios por cada metro cuadrado (w/m<sup>2</sup>).
- 5- Relación de cargas especiales; Esta relacionado con equipos o dispositivos adicionales a las cargas de alumbrado y tomacorrientes.
- 6- Sistema eléctrico; Se utiliza para determinar qué valor de tensión se ha calculado nuestra máxima demanda, que para nuestro caso puede ser monofásico 200V, trifásico 380/220V.

La Demanda Máxima Proyectada es de **160.00 kW.**, y se puede apreciar en el siguiente Cuadro:

## **ANEXO 2 / NORMATIVAS UTILIZADAS EN EL PROYECTO**

### **1.3.5.1 El Proyecto en lo que se refiere a la Línea de Media tensión, se ha elaborado teniendo en cuenta:**

- Ley de Concesiones Eléctricas No. 25844 y su reglamento
- Código Nacional de Electricidad Suministro 2011
- Código Nacional de Electricidad Utilización 2006 y su Modificatoria 2008
- Norma Técnica de Calidad de los Servicios Eléctricos
- EM/DGE 018-2002 “Norma de Procedimientos para la Elaboración de Proyectos y Ejecución de Obras en Sistemas de Distribución y Sistemas de utilización en media tensión en Zonas de Concesión de Distribución”
- Norma de Terminología y Simbología
- Reglamento Nacional de Construcción
- Ordenanzas Municipales aplicables
- Ley de Protección del Medio Ambiente y Protección del Patrimonio Cultural de la Nación según corresponda
- DGE/MEM 009-T “Tensiones Nominales de Sistemas de Distribución.
- DGE/MEM 013-T “Cables de energía en redes de distribución subterránea”
- DGE/MEM 015-T “Postes, crucetas y ménsulas de madera y concreto armado para redes de distribución”
- DGE/MEM 019-T “Conductores eléctricos de redes de distribución aérea.
- DGE/MEM 025-P-1/1988 “Norma sobre Imposición de servidumbres”
- DGE/MEM 012-T “Elaboración de Planos modulares
- Norma NTP 833.001 “Dibujo técnico. Formato de láminas”
- Norma NTP 833.002 “Dibujo técnico, Plegado de laminas

### **1.3.5.2. Normas técnicas aplicables al diseño de las subestaciones**

Para la elaboración del proyecto en lo que a las Subestaciones se refiere, se ha empleado las Normas vigentes a la fecha de los siguientes reglamentos:

- IEC International Electro Technical Commission
- IEEE Institute of Electrical and Electronics Engineers
- VDE Verband Deutscher Elektrotechniker
- DIN Deutsche Industrie Normen
- NEMA National Electrical Manufacturers Association
- ANSI American National Standards
- ASME American Society of Mechanical Engineers
- ASTM American Society for Testing and Materials

### ANEXO 3 / BASES DEL DISEÑO

- Sistema : Trifásico en simple terna.
- Longitud de Línea aérea – subterránea : 0.197 km.
- Tensión Nominal de Suministro : 10 kV.
- Factor de Potencia : 0.8
- Frecuencia : 60 Hz.
- Máxima Caída de tensión : 5%

### ANEXO 3 / POSTES DE CONCRETO

postes de concreto armado centrifugado: se muestra descripción y datos de poste de concreto.

Longitud (m.)	Carga de Trabajo (N)	Coefficiente de Seguridad	Diámetro en la Punta (mm)	Diámetro en la Base (mm)
15.00	300.00	2.00	180.00	405.00
15.00	400.00	2.00	180.00	405.00

En la Tabla N°1.5 Postes de 15/300 se muestra descripción y datos de poste de concreto.

Item	Descripción	Unidad	Requerido
1	Fabricante		
2	Longitud total	m.	15
3	Carga de trabajo	Kg.	300
4	Diámetro de la Punta	mm	180
5	Diámetro en la base	mm	405
6	Esfuerzo mínimo a la compresión	Kg/cm2	280
7	Conicidad	Mm/m	15
8	Flecha máxima a carga nominal	mm	672
9	Deformación permanente	mm	33.6
10	Empotramiento para prueba	mm	1800
11	Tipo de cemento		MS
12	Relación agua - cemento		0.5
13	Curado		7 días



14	Varillas		Continuas sin empalme
15	Aditivo inhibidor de corrosión		NTP 334.088 tipo C
16	Peso total	Kg.	2360
17	Placas de puesta a tierra		No
18	Agujeros pasantes		Si
19	Acabado		Superficie limpia, fina, sin resane y fisuras
20	Normas de fabricación		NPT 339.027
21	Adjuntar		Diseño y Croquis Estructural
22	Rotulado, marca, designación, fecha		Si
23	Coeficiente de seguridad		2
24	Garantía de fabrica	años	10

Fuente: (C. N.E-2011-Suministro)

En la Tabla N°1.6 Postes de 13/400: se muestra descripción y datos de poste de concreto.

Item	Descripción	Unidad	Requerido
1	Fabricante		
2	Longitud total	m.	15
3	Carga de trabajo	Kg.	400
4	Diámetro de la Punta	mm	180
5	Diámetro en la base	mm	405
6	Esfuerzo mínimo a la compresión	Kg/cm2	280
7	Conicidad	Mm/m	15
8	Flecha máxima a carga nominal	mm	672
9	Deformación permanente	mm	33.6
10	Empotramiento para prueba	mm	1800
11	Tipo de cemento		MS
12	Relación agua - cemento		0.5
13	Curado		7 días
14	Varillas		Continuas sin empalme
15	Aditivo inhibidor de corrosión		NTP 334.088 tipo C
16	Peso total	Kg.	2380
17	Placas de puesta a tierra		No
18	Agujeros pasantes		Si
19	Acabado		Superficie limpia, fina, sin resane y fisuras
20	Normas de fabricación		NPT 339.027
21	Adjuntar		Diseño y Croquis Estructural
22	Rotulado, marca, designación, fecha		Si

23	Coeficiente de seguridad		2
24	Garantía de fabrica	años	10

Fuente: (C. N.E-2011-Suministro)

#### **ANEXO 4 / CARGAS DE TRABAJO Y RUPTURA**

##### **1.3.12.4. Cargas de trabajo y ruptura**

###### **Trabajo:**

En la Tabla N°1.9se muestra descripción y datos de trabajo de la palomilla.

<b>Designación</b>	<b>Longitud Nominal (m.)</b>	<b>Carga de Trabajo (kg)</b>
Palomilla de C.A. 1.50/100	1.50	100
Palomilla de C.A. 2.20/100	2.20	100

Fuente: (C. N.E-2011-Suministro)

V Carga de trabajo Vertical.

###### **Rotura**

En la Tabla N°1.10 muestra descripción y datos de rotura de la palomilla.

<b>Designación</b>	<b>Longitud Nominal (m.)</b>		<b>Carga de Rotura Nominal Mínima (kg)</b>
Palomilla de C.A. 1.50/100	1.50		200
Palomilla de C.A. 2.20/100	2.20		200

Fuente: (C. N.E-2011-Suministro)

En la Tabla N°1.12 se muestra descripción y datos de aisladores poliméricos.

<b>Item</b>	<b>Características</b>	<b>Unidad</b>	<b>Valor Requerido</b>
<b>Características de Fabricación</b>			
1	Material de Núcleo		Barra FRR
2	Material de Aislante		Goma Silicona
3	Material de Herrajes		Ao Go

4	Aleta Mayor	mm.	121
5	Aleta Menor	mm.	105
6	Altura	mm.	345
<b>Propiedades Mecánicas</b>			
7	Esfuerzo de Flexión Base de Acero Galv.	KN	10
8	Esfuerzo de Compresión	kN	8
9	Peso	Kg.	2.3
<b>Propiedades Eléctricas</b>			
10	Tensión Nominal	kV	28
11	Frecuencia Nominal	Hz	60
12	Tensión de Impulso Positivo	kV	208
13	Tensión de Impulso Negativo	kV	192
14	Flashover en Seco a 60 Hz.	kV	124
15	Flashover en Húmedo a 60 Hz.	kV	92
16	Nivel de radio influencia a 1.0 Mz.	uV	8 a 20 kV
17	Distancia de Arco	mm	270
18	Distancia de Línea de Fuga	mm	760
19	Nivel Tracking ASTM D 2303, IEC 60587	kV	6 @ 6 h
20	Clase de Contaminación IEC 815		III
<b>Pruebas</b>			
	Prueba de Diseño		IEC 61109
	Prueba Tipo		IEC 61109
	Prueba de Muestreo		IEC 61109
	Prueba de Rutina		IEC 61109
	Pruebas de Resistencia a rayos UV		ASTM G154/G155
	Prueba de Envejecimiento		IEC 1109-C

Fuente: (C. N.E-2011-Suministro)

## ANEXO 5 / DATOS DEL CONDUCTOR ELECTRICO

En la Tabla N°1.15 se muestra descripción y datos de conductor eléctrico N2XSY.

Item	Descripción	Unidad	Valor Requerido
1	<b>General</b>		
1.1	Norma		NPT-IEC 60502-2
2	<b>Designación N2XSY</b>		1x50 mm <sup>2</sup>
2.1	Tension Nominal Eo/E	kV	8.7/15

2.2	Sentido del cableado		Izquierdo
2.3	Temperatura Normal	°C	90
	Temperatura Máxima	°C	250
3	<b>Conductor de fase</b>		
3.1	Norma		NPT-IEC 60502-2
3.2	Material		Cobre recocido
3.3	Pureza	%	99.9
3.4	Sección Nominal	mm <sup>2</sup>	50
3.5	Clase		2
3.6	Numero de Alambres	Nº	19
3.7	Densidad a 20°C	Gr/cm <sup>3</sup>	8.89
3.8	Resistividad a 20°C	mm <sup>2</sup> /m	0.0117241
3.8	Resistencia en CC a 20°C	Ohm/km	0.387
4	<b>Aislamiento</b>		
4.1	Material		XLPE
4.2	Color		Natural
4.3	Espesor	mm	8
5	<b>Pantalla</b>		
5.1	Cinta semiconductora		Si
5.2	Sobre aislante		Si
5.3	Malla		Si
6	<b>Cubierta Externa</b>		
6.1	Material		PVC – tipo CT5
6.2	Color		Rojo
6.3	Espesor	mm	2
7	<b>Pruebas</b>		
7.1	Tensión Ensayo	kV	30

Fuente: (C. N.E-2011-Suministro)

## ANEXO 6 / CALCULO DE LA CAIDA DE TENSION

Cobre temple blando de 35 mm<sup>2</sup> para puesta a tierra

- Conductividad (%) : 100
- Resistividad a 20 °C ( $\Omega$ -mm<sup>2</sup>/m) : 0.01724
- Densidad 20 °C (gr/cm<sup>3</sup>) : 8.89
- Coef. Térmico Resistencia 20 °C/°C : 0.00393
- Punto de fusión (°C). : 1083

**Aleación de aluminio (AAAC) de 50 mm<sup>2</sup> para red de M.T.**

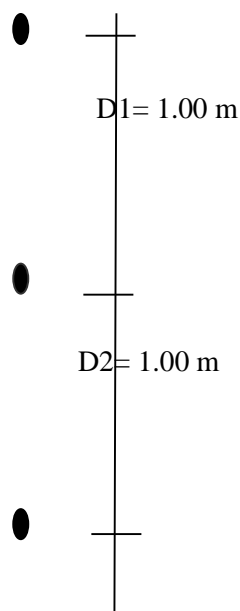
- Conductividad (%) : 52.50
- Resistividad a 20 °C ( $\Omega\text{-mm}^2/\text{m}$ ) : 0.03280
- Densidad 20 °C ( $\text{gr}/\text{cm}^3$ ) : 2.703
- Coef. Térmico Resistencia 20 °C/°C : 0.00360
- Punto de fusión (°C). : 660

#### **Cobre N2XSY 50 mm<sup>2</sup> para red de M.T.**

- Conductividad (%) : 100
- Resistividad a 20 °C ( $\Omega\text{-mm}^2/\text{m}$ ) : 0.01724
- Densidad 20 °C ( $\text{gr}/\text{cm}^3$ ) : 8.89
- Coef. Térmico Resistencia 20 °C/°C : 0.00393
- Punto de fusión (°C). : 1083

#### **3.1.1. Condiciones de Operación**

- Tensión Nominal (kV) : 10
- Factor de Pot. en atraso ( $\text{Cos}\phi$ ) : 0.8
- Caída de tensión máxima (%) : 5
- Máxima temperatura de trabajo (°C). : 80
- Disposición espacial de Conductores : Vertical
- Distancia d1 (mm) : 1000
- Distancia d2 (mm) : 1000



## ANEXO 7 / CALCULO CORRIENTE ELECTRICA

$$I = P / (\sqrt{3} \times V \times \cos \emptyset)$$

Donde:

I = Intensidad de corriente (Amp.)

P = Máxima Demanda (kW)

V. = Tensión (kV)

$\cos \emptyset$  = Factor de potencia.

### 3.1.2. Resistencia a Máxima Temperatura

$$R2 = R1 (1 + \alpha (T2 - T1))$$

Donde:

R2 = Resistencia a máxima Temperatura (Ohm. /Km.)

R1 = Resistencia. a 20 °C CC. (Ohm. /Km.)

$\alpha$  = Coeficiente térmico de resistencia a 20 °C (1/°C)

T2 = Máxima temperatura de trabajo (°C)

T1 = Temperatura de referencia (°C)

### 3.1.3. Distancia Media Geométrica

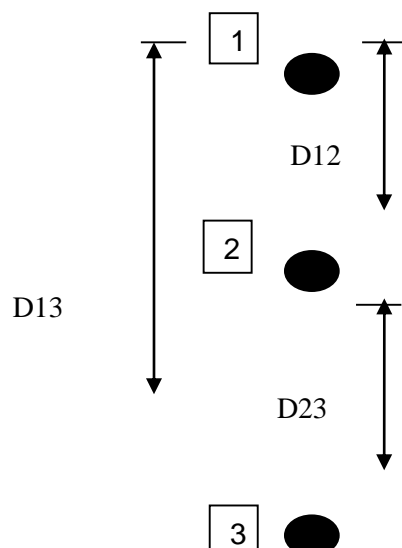
$$D_{mg} = \sqrt[3]{D12 \times D23 \times D13}$$

Donde:

Dmg = Distancia media geométrica

D12, D23, D13 = Distancia entre conductores.

DISPOSICION DE CONDUCTORES:



### 3.1.4. Radio equivalente del conductor

$$r = \sqrt{S/\pi}$$

Donde:

r = Radio del conductor (mm.)

S = Sección del conductor (mm<sup>2</sup>)

### 3.1.5. Reactancia Inductiva

Para la configuración de los cables establecidos se tendrá las siguientes fórmulas:

$$X = 2\pi \cdot f \cdot L$$

$$L = 2 \times \ln(D_m / R_s) / 10000$$

Dónde:

X = Reactancia Inductiva ( $\Omega$ /Km.)

f = Frecuencia (Hz)

L = Inductancia de la Red (Hr/Km.)

D<sub>m</sub> = Distancia media geométrica (mm)

R<sub>s</sub> = Radio medio geométrico del conductor (mm)

### 3.1.6. Caída de tensión

Para el cálculo de la caída de tensión en redes de distribución se ha considerado la siguiente fórmula:

$$\Delta V = \sqrt{3} \cdot I \cdot L \cdot (R \cos \phi + X \sin \phi)$$

El factor de caída de tensión será:

$$K = \sqrt{3} (R \cos \phi + X \sin \phi)$$

Por lo tanto, la Caída de tensión considerando los factores de caída de tensión serán los siguientes:

$$\Delta V = K \cdot I \cdot L$$

Donde:

$\Delta V$  = Caída de tensión (Volt.)

I = Intensidad de corriente (Amp.)

L = Longitud del tramo considerado (Km.)

K = Factor de caída de tensión.

## **ANEXO 8 / CALCULO DE AISLADORES TENSION MAXIMA DE SERVICIO**

La tensión disruptiva bajo lluvia a la frecuencia de servicio que debe tener un aislador no deberá ser menor a:

Para efectos de la selección del nivel de aislamiento se tendrá en cuenta los factores de corrección de la tensión nominal de servicio:

Ft	= 1	T < 40 °C
Ft	= (273 + t) / 313	T > 40 °C
Fh	= 1	H < 1000 msnm
Fh	= 1 + 1.25(H – 1000) / 10000	H > 1000 msnm

$$U = U_n \times F_t \times F_h$$

### **TENSION DISRUPTIVA**

El Código Nacional de Electricidad Suministro establece los siguientes requerimientos del nivel de aislamiento:

Para:

Tensión Nominal entre Fases (KV)	: 10
Tensión Disruptiva en seco (KV)	: 55

Además, se debe de cumplir que:

$$U_s < 0.75 \times U_p$$

Donde:

Us = Tensión disruptiva en seco a baja frecuencia (KV)

Up = Tensión de perforación dieléctrica a la frecuencia de servicio (KV)

Para alta contaminación atmosférica:

$$U_s < 0.80 \times U_p$$

### **NIVEL BASICO DE AISLAMIENTO**

Según el Comité AIEE-EEI-NEMA, el nivel básico de aislamiento (BIL) estará dada por la formula:

$$BIL = 2.25 \times (2 \times U)$$



## LONGITUD DE LINEA DE FUGA

$$L = (m \times U) / (N \times \sqrt{\delta})$$

$$Na = (m \times U) / (L \times \sqrt{\delta})$$

## GRADO DE AISLAMIENTO

El grado de aislamiento es la relación entre la longitud de la línea de fuga y la tensión máxima de servicio.

$$Ga = (L \times N) / U$$

Donde:

Ga = Grado de aislamiento (Cm/KV)

L = Longitud de línea de fuga (Cm)

N = Número de aisladores

U = Tensión máxima de servicio (KV)

El grado de aislamiento recomendado de acuerdo la zona que atraviesa la línea es la siguiente:

## ZONAS

## GRADO DE AISLAMIENTO

Forestales y agrícolas	De 1.7 a 3 Cm/KV
Industriales y próximas al mar	De 2.2 a 2.5 Cm/KV
Industriales y muy próximas al mar	De 2.6 a 3.2 Cm/KV
Idem con fábricas de productos químicos Centrales Term.	Mas de 3.2 Cm/KV

## CONDICIONES DE OPERACIÓN

Tensión Nominal (KV)	:	10
Altura sobre el nivel del mar (msnm)	:	1000
Aislador Híbrido Pin	:	STPC28
Aislador de suspensión	:	STGC28
Coefficiente de suciedad	:	1.2
Densidad relativa del aire	:	0.929
Zona de trabajo	:	Ciudad

Grado de aislamiento : 2

### TABULACION DE RESULTADOS

A continuación, se muestran los resultados que son consecuencia de la aplicación de las fórmulas en base a la selección de aisladores.

Tensión Nominal				
(KV)	:	V =	10.00	
Factor de Corrección por altura	:	Fh =	1.00	
Factor de Corrección por temperatura	:	Ft =	1.00	
Tens.max.servicio				
(KV)	:	U =	10.00	
Tens. Disruptiva (KV)	:	Uc =	55.00	
Nivel básico de aislamiento	:	BIL =	45.00	
<b>Longitud de Línea de Fuga</b>				
Línea de fuga aislador				
Polimérico Pin (mm)	:	L =	760.00	
Línea de Fuga Aislador Suspensión				
(mm)	:	L =	703.00	
Nº aisladores tipo Pin	N= 0.37	Escogemos	N=	1
Nº aisladores tipo Suspensión	N= 0.49	Escogemos	N=	1

### Grado de Aislamiento

No, de aisladores Pin	N= 0.59	Escogemos	N=	1
Nº aisladores suspensión	N= 0.79	Escogemos	N=	1

El Grado de aislamiento para el Nº de aisladores escogido se tiene:

Aislador Pin:	Ga = 3.37	>	2.00
Aislador de suspensión:	Ga = 2.52	>	2.00

### Conclusión:

Seleccionaremos:

Aisladores poliméricos tipo pin de 28 kV, 760 mm de línea de fuga y Aisladores poliméricos tipo suspensión de 28 kV, 703 mm de línea de fuga.

### 3.2. Cálculo mecánico de conductores:

#### Datos Técnicos Del Conductor:

- Tipo de Conductor : AAAC
- Módulo de elasticidad Cu. (Kg./mm<sup>2</sup>) : 5,700
- Coeficiente dilatación lineal Cu. (1/°C) : 0.000023
- Coeficiente de seguridad : 3

#### Condiciones De Operación:

- Velocidad del viento (Km/hr) : 70
- Vano de promedio (m) : 63.54
- Coef. Presión Viento sobre superf. cilíndricas : 0.0042
- Espesor costra de hielo sobre conductor (mm) : 0

#### Hipótesis Consideradas:

- a) **HIPÓTESIS I:** **Esfuerzo Máximo.**
- Temperatura Ambiente : 10°C
  - Velocidad del Viento : 70 Km/Hr
  - Coeficiente de seguridad : 3
- b) **HIPÓTESIS II:** **Normal de Templado.**
- Temperatura : 10°, 20°, 30°C
  - Sin Viento : 0
- c) **HIPÓTESIS III:** **Flecha Máxima.**
- Temperatura : 40°C
  - Sin Viento : 0

#### Ecuaciones Consideradas

Se empleará la fórmula de cambio de estado (Ecuación de TRUXA).

$$\sigma_2^2 [\sigma_2 + \delta E (t_2 - t_1) - \sigma_1 + (E/24) ((W r_1 d) / (A \cdot \sigma_1))^2] = (E/24) \cdot ((W r_2 d) / A)^2$$

$$W_r = \sqrt{(W_c + P_h)^2 + P_v^2}$$

$$P_h = 0.00286 \cdot e \cdot (D + e)$$

$$P = K \cdot V^2$$

$$P_v = P \cdot D$$

$$\sigma_o = T_o / A$$

$$f = (W_r \cdot d^2) / (8 \cdot T_o)$$

$$T_{o1} = T_r / c_s$$

Donde:

A = Sección del cable (mm<sup>2</sup>)

E = Módulo de elasticidad (Kg. /mm<sup>2</sup>)

d = Longitud del vano de regulación (m)

$\sigma_o$  = Esfuerzo unitario del conductor (Kg. /mm<sup>2</sup>)

$\delta$  = Coeficiente de dilatación lineal 1/(°C)

t = Temperatura (°C)

W.C. = Peso unitario del conductor (Kg. /m)

W<sub>r</sub> = Carga resultante unitaria del conductor (Kg. /m)

P<sub>h</sub> = Peso de la costra de hielo (Kg. /m)

P<sub>v</sub> = Presión unitaria del viento sobre el conductor (Kg. /m.)

P = Presión del viento (Kg. /m<sup>2</sup>)

K = Coeficiente de presión del viento sobre superf. Cilíndricas.

D = Diámetro exterior del conductor (m)

V = Velocidad del viento (Km./h)

e = Espesor de la costra de hielo (mm)

T<sub>o</sub> = Tensión o tiro del conductor (Kg.)

f = Flecha del conductor (m)

C<sub>s</sub> = Coeficiente de seguridad

Sub índices según hipótesis consideradas:

1 = Condición inicial

2 = Condición final

Para verificar que los valores de templado satisfacen las condiciones establecidas en la hipótesis en la segunda hipótesis de Esfuerzo máximo se tendrá en cuenta:

$$TCD = ((To2) / Tr) \cdot 100$$

Donde:

TCD = Tensión de cada día (%)

To2 = Tensión o tiro de templado (Kg.)

Tr = Tiro de rotura del conductor (Kg.)

## **ANEXO 09 / CALCULO DEL VANO**

### **3.3. Cálculo de vano básico**

Para el cálculo se puede revisar el anexo 09

El tensado del conductor, comprendido entre dos estructuras de anclaje, debe tener el mismo esfuerzo a lo largo de todo el tendido de la línea.

Es por ello que es importante el concepto de vano básico ya que es, el que nos permite observar las diferencias de tensión de los conductores por variación del vano y de las condiciones meteorológicas de la zona.

Analíticamente se demuestra:

$$V_B = \sqrt{\frac{(L_1^3 + L_2^3 + L_3^3 + \dots L_n^3)}{(L_1 + L_2 + L_3 + \dots L_n)}}$$

De los planos se han obtenido los siguientes vanos:

$$Vb = 47.89m$$

## **RESULTADOS**

Tensión de cada día %	=	17.00
Vano de regulación (m)	=	47.89

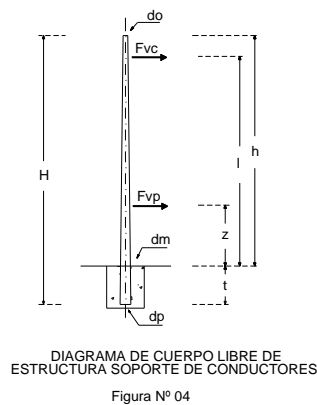
<b>Cond. AAAC (mm<sup>2</sup>) = 50</b>			
Velocidad Viento			
(Km/h)= 70			
Esp. Costra Hielo (mm) = 0			
<b>P</b>	<b>P<sub>v</sub></b>	<b>P<sub>h</sub></b>	<b>W<sub>c</sub></b>
<b>Kg/m<sup>2</sup></b>	<b>Kg/m</b>	<b>Kg/m</b>	<b>Kg/m</b>
20.58	0.187	0.000	0.137

CALCULO DE CAMBIO DE ESTADO							
Hipótesis de Cálculo		Hipótesis I Esfuerzo		Hipótesis II Templado		Hipótesis III Flecha Max	
Vano regulación (m)		47.89		47.89		47.89	
Peso resultante (Kg/m)		0.232		0.137		0.137	
Tiro del Cond. (Kg)		310		242.76		132	
Esfuerzo (Kg/mm2)		6.20		4.86		2.64	
Flecha (m)		0.21		0.16		0.30	
Coef. Seguridad		4.61		5.88		10.82	
Tensión cada dia %		21.71		17%		9.24	
TABLA DE TEMPLADO DEL CONDUCTOR							
Temperatura (°C)	5	10	15	20	25	30	40
Esfuerzo (Kg/mm2)	6.74	6.10	5.47	4.86	4.25	3.67	2.64
Tiro (Kg)	337.00	305.00	273.50	242.76	212.50	183.50	132.00
Vano (m)	FLECHA DEL CONDUCTOR (m)						
5.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
10.00	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
20.00	0.02	0.02	0.03	0.03	0.03	0.04	0.05
30.00	0.05	0.05	0.06	0.06	0.07	0.08	0.12
40.00	0.08	0.09	0.10	0.11	0.13	0.15	0.21
47.89 Básico	0.12	0.13	0.14	0.16	0.18	0.21	0.30
50.00	0.13	0.14	0.16	0.18	0.20	0.23	0.32
60.00	0.18	0.20	0.23	0.25	0.29	0.34	0.47
70.00	0.25	0.28	0.31	0.35	0.39	0.46	0.64

80.00	0.33	0.36	0.40	0.45	0.52	0.60	0.83
90.00	0.41	0.45	0.51	0.57	0.65	0.76	1.05
100.00	0.51	0.56	0.63	0.71	0.81	0.93	1.30
110.00	0.61	0.68	0.76	0.85	0.98	1.13	1.57
120.00	0.73	0.81	0.90	1.02	1.16	1.34	1.87
130.00	0.86	0.95	1.06	1.19	1.36	1.58	2.19
140.00	1.00	1.10	1.23	1.38	1.58	1.83	2.54

### 3.4. Cálculo Mecánico de Estructura

Se analizará los factores que influyen en el cálculo mecánico de las estructuras, para las condiciones de trabajo establecidas y altitud máxima de hasta 1 000 m.s.n.m.



#### FORMULAS A EMPLEARSE:

Fuerza del viento sobre el poste

$$F_{vp} = (d_o + d_p) / 2 \cdot h \cdot P$$

$$d_p = d_m - ((d_m - d_o) / (h + t)) \cdot t$$

$$z = (h / 3) ((d_p + 2d_o) / (d_p + d_o))$$

Fuerza del viento sobre los conductores

$$F_{vc} = P \cdot D \cdot d$$

$$T_c = 2 \cdot T_o$$

$$M_{vp} = F_{vp} \cdot z$$

$$M_{vc} = F_{vc} \cdot l$$

$$M_{tc} = 2 \cdot T_c \cdot l$$

$$M = M_{vp} + M_{vc} + M_{tc}$$

$$F_p = M / (h - 0.1)$$

$$M_{vp} = F_{vp} \cdot z$$

$$M_{vc} = F_{vc} \cdot l \cdot \cos \theta / 2$$

$$M_{tc} = T_c \cdot l \cdot \text{Sen } \theta/2$$

$$M = M_{vp} + M_{vc} + M_{tc}$$

$$F_p = M / (h - 0.1)$$

Donde:

$\theta$  = Angulo de desviación entre conductores.

$F_{vp}$  = Fuerza debido a la acción del viento sobre el poste (Kg)

$d_o$  = Diámetro en la punta del poste (m)

$d_m$  = Diámetro en la base del poste (m)

$d_p$  = Diámetro a nivel del piso (m)

$h$  = Altura libre del poste (m)

$P$  = Presión del viento (Kg. /m<sup>2</sup>)

$t$  = Longitud de empotramiento (m)

$z$  = Altura de aplicación Fza. del viento sobre poste (Kg.)

$F_{vc}$  = Fuerza debido a la acción del viento sobre conductor (Kg.)

$D$  = Diámetro del conductor (m)

$d$  = Vano de regulación (m)

$T_c$  = Tracción del conductor (Kg)

$T_o$  = Tensión máxima de trabajo del conductor (Kg.)

$M_{vp}$  = Momento debido al viento sobre el poste (Kg. -m)

$M_{vc}$  = Momento debido al viento sobre el conductor (Kg. -m.)

$M_{tc}$  = Momento debido a la tracción del conductor (Kg. -m)

$l$  = Altura del conductor (m)

$M$  = Momento resultante (Kg. -m)

$F_p$  = Fuerza en la punta (Kg)

## POSTE DE ALINEAMIENTO

Según la condición de equilibrio, para la configuración establecida anteriormente se aplicarán las fórmulas anteriores y las siguientes consideraciones:

## POSTE DE ALINEAMIENTO

### Condiciones Normales

- Cargas permanentes (Peso poste, crucetas, aisladores, ferretería y un hombre) + (Peso conductor en un vano gravante igual al vano medio)
- Fuerza debido al viento
- Coeficiente de seguridad: 2.5



### **Condiciones Anormales**

- Cargas permanentes (Peso poste, crucetas, aisladores, ferretería y un hombre) + (Peso conductor en un vano gravante igual al vano medio)
- Rotura de conductores: se considerará el esfuerzo unilateral correspondiente a la rotura de un solo conductor, el valor del esfuerzo de rotura deberá considerarse el 50 % del esfuerzo máximo del conductor.
- Coeficiente de seguridad: 2.0

### **POSTE DE CAMBIO DE DIRECCION**

Según la condición de equilibrio, para la configuración establecida anteriormente se aplicarán las fórmulas anteriores y las siguientes consideraciones:

### **Condiciones Normales**

- Cargas permanentes (Peso poste, crucetas, aisladores, ferretería y un hombre) + (Peso conductor en un vano gravante igual al vano medio)
- Fuerza resultante del ángulo, se tendrá en cuenta el esfuerzo resultante de las tracciones de los conductores, el esfuerzo a considerarse será el de las condiciones más críticas es decir el calculado en la hipótesis I del cálculo mecánico de conductores.
- Fuerza debido al viento
- Coeficiente de seguridad: 2.5

### **Condiciones Anormales**

- Cargas permanentes (Peso poste, crucetas, aisladores, ferretería y un hombre) + (Peso conductor en un vano gravante igual al vano medio)
- Rotura de conductores: se considerará el esfuerzo unilateral correspondiente a la rotura de un solo conductor, el valor del esfuerzo de rotura deberá considerarse el 50 % del esfuerzo máximo del conductor.
- Coeficiente de seguridad: 2.0

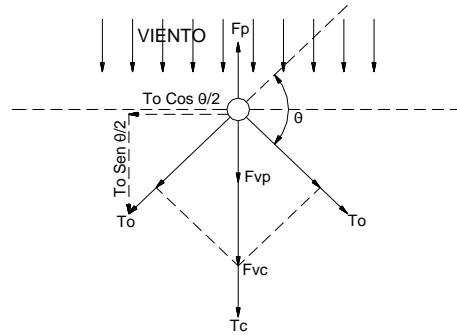


DIAGRAMA DE FUERZAS EN ESTRUCTURA  
PARA ALINEAMIENTO Y ÁNGULO  
Figura N° 05

## POSTES DE ANCLAJE

Según la condición de equilibrio correspondiente se tiene:

### Condiciones Normales

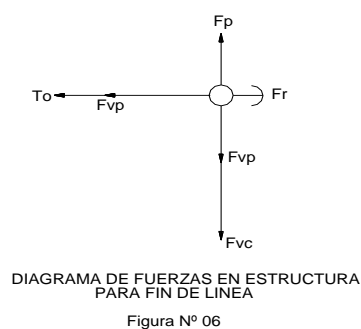
- Cargas permanentes (Peso poste, crucetas, aisladores, ferretería y un hombre) + (Peso conductor en un vano gravante igual al vano medio)
- Fuerza debido al viento
- Coeficiente de seguridad: 2.5
- 

### Condiciones Anormales

- Cargas permanentes (Peso poste, crucetas, aisladores, ferretería y un hombre) + (Peso conductor en un vano gravante igual al vano medio)
- Desequilibrio de tracciones: Se considerará un esfuerzo equivalente al 50 % de las tracciones unilaterales de los conductores, distribuidas en el eje del poste a la altura de fijación de los conductores.
- Rotura de conductores: se considerará el esfuerzo unilateral correspondiente a la rotura de un solo conductor, el valor del esfuerzo de rotura deberá considerarse el 50 % del esfuerzo máximo del conductor.
- Coeficiente de seguridad: 2.0

## POSTES TERMINALES

Según la condición de equilibrio correspondiente se tiene:



### Condiciones Normales

- Cargas permanentes (Peso poste, crucetas, aisladores, ferretería y un hombre) + (Peso conductor en un vano gravante igual al vano medio)
- Fuerza debido al viento
- Desequilibrio de tracciones, se considerará un esfuerzo equivalente al 100 % de las tracciones unilaterales de todos los conductores, aplicados en el punto de fijación del correspondiente conductor al poste.
- Coeficiente de seguridad: 2.5

### Condiciones Anormales

- Cargas permanentes (Peso poste, crucetas, aisladores, ferretería y un hombre) + (Peso conductor en un vano gravante igual al vano medio)
- Rotura de conductores: En este caso al romperse un conductor, disminuye la sollicitación de esfuerzo en el poste, por lo que no se toma en cuenta.
- Coeficiente de seguridad: 2.0

### TABULACION DE RESULTADOS

<b>Cond. AAAC (mm<sup>2</sup>)</b>	<b>=</b>	<b>50</b>
<b>Poste (m/Kg)</b>	<b>=</b>	<b>15/400</b>

<b>H</b> <b>(m)</b>	<b>Do</b> <b>(m)</b>	<b>dm</b> <b>(m)</b>	<b>Dp</b> <b>(m)</b>	<b>t</b> <b>(m)</b>
15	0.180	0.405	0.38	1.8

<b>H</b> <b>(m)</b>	<b>Z</b> <b>(m)</b>	<b>L1</b> <b>(m)</b>	<b>L2</b> <b>(m)</b>	<b>L3</b> <b>(m)</b>

13.2	5.82	13.10	12.10	11.10
------	------	-------	-------	-------

<b>P</b> <b>(Kg/m2)</b>	<b>To</b> <b>(Kg)</b>	<b>Fvp</b> <b>(Kg)</b>	<b>Fvc</b> <b>(Kg)</b>	<b>Tc</b> <b>(Kg)</b>
20.58	310	75.79	8.97	620

<b>FUERZA EN LA PUNTA (Kg)</b>							
<b>Vano</b>	<b>Angulo en °</b>						
<b>(m)</b>	<b>0</b>	<b>3</b>	<b>5</b>	<b>15</b>	<b>30</b>	<b>45</b>	<b>60</b>
5.00	36.26	81.23	111.20	260.49	480.83	693.52	894.92
10.00	38.86	83.83	113.79	263.06	483.34	695.92	897.17
20.00	44.05	89.02	118.98	268.20	488.35	700.71	901.66
30.00	49.24	94.20	124.16	273.35	493.36	705.51	906.16
40.00	54.43	99.39	129.35	278.49	498.37	710.30	910.65
<b>47.89</b>	<b>58.52</b>	<b>103.48</b>	<b>133.43</b>	<b>282.55</b>	<b>502.33</b>	<b>714.08</b>	<b>914.20</b>
50.00	59.62	104.58	134.53	283.64	503.39	715.10	915.15
60.00	64.81	109.77	139.71	288.79	508.40	719.89	919.64
70.00	69.99	114.95	144.90	293.93	513.41	724.69	924.14
80.00	75.18	120.14	150.08	299.08	518.42	729.48	928.63
90.00	80.37	125.33	155.27	304.22	523.44	734.27	933.12
100.00	85.56	130.52	160.45	309.37	528.45	739.07	937.62

Para las Estructuras de Alineamiento se utilizarán 300 Kg.

**CS = 4.50**

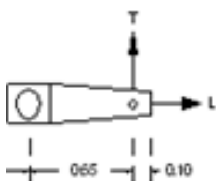
Para la Estructura del PMI, Anclaje y Fin de Línea se utilizarán 400 Kg.

**CS = 2.83**

### 3.5. Cálculo de la ménsula

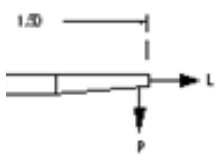
Se calcularán las cargas en todos los ejes de la ménsula a usar en la línea, los diagramas de carga utilizados son los siguientes:

**CARGA VERTICAL**



$P = d \cdot (W_{o1} + P_c + P_e)$

Donde:



$P =$  Carga vertical (Kg)  
 $d =$  Vano (m)  
 $W_{o1} =$  Peso resultante del conductor (Kg/m)  
 $P_c =$  Peso de la cruceta (Kg)  
 $P_e =$  Peso de aisladores y equipo (Kg)

### CARGA LONGITUDINAL

$$L = T_o \times \text{Sen} (\alpha/2) + P_v \times D \times d \times \text{Cos} (\alpha/2)$$

Donde:

$L =$  Carga Longitudinal (Kg)  
 $T_{o1} =$  Esfuerzo máximo del conductor (Kg)  
 $\alpha =$  Angulo de la línea  
 $P_v =$  Presión del viento ( $\text{Kg/m}^2$ )  
 $D =$  Diámetro del conductor (m)  
 $d =$  Vano (m)

### CARGA TRANSVERSAL

La cruceta deberá resistir una carga transversal desequilibrada a la cual quede expuesta, con un tiro del conductor desequilibrado no menor de 320 Kg.

$T = T_{o1}$

Donde:

$T =$  Carga Transversal (Kg)  
 $T_{o1} =$  Esfuerzo máximo del conductor (Kg)

### TABULACION DE RESULTADOS

<b>Cond. AAAC (mm2)</b>	<b>=</b>	<b>50</b>
<b>Mensula</b>	<b>=</b>	<b>M/1.50/250</b>

Pe	=	10	Kg
Pc	=	100	Kg
d	=	47.89	m.
Wr1	=	0.232	Kg/m
To1	=	310	Kg
Pv	=	20.58	Kg/m
D	=	0.0091	m.

P = 121.11 Kg.

T = 310.00 Kg.

<b><math>\alpha</math> Grados</b>	<b>L Kg</b>	<b>CS</b>	<b><math>\alpha</math> Grados</b>	<b>L Kg</b>	<b>CS</b>
0	17.94	27.88	15	58.25	8.58
2	23.34	21.42	20	71.49	6.99
5	31.44	15.90	25	84.61	5.91
10	44.89	11.14	30	97.56	5.13

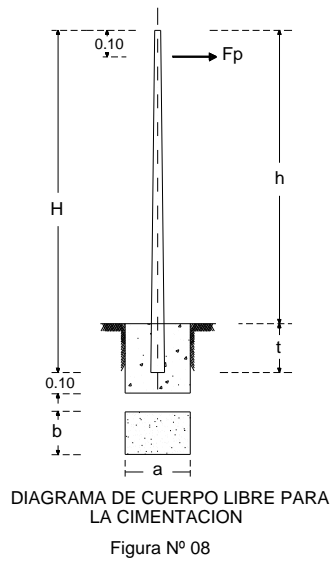
### **Conclusión:**

Seleccionaremos ménsulas de 1.50m/250kg.

### **ANEXO 10 / CALCULO DE LA CIMENTACION**

Para el cálculo de la cimentación de las estructuras se hará uso del método de Valenci.

La cimentación será con concreto ciclópeo a fin de dar estabilidad a las estructuras o soportes cuando estos se encuentran sometidos a esfuerzos anormales, deben tener las dimensiones adecuadas a fin de que el momento de volteo nunca supere al momento resistente.



## FORMULAS EMPLEADAS

En la condición de equilibrio se tiene:

$$M_{ac} < M_r.$$

$$M_{ac} = F (h + t)$$

$$M_r = (P / 2) \cdot [a - \{4P / (3 \cdot b \cdot \sigma)\}] + R \cdot b (t + 0.10)^3$$

$$P = P_p + P_z + P_c + P_a + P_m$$

$$P_m = (V_m - V_{tc}) \cdot \delta$$

$$V_{tc} = (t / 3) (A_m + A_p + \sqrt{(A_m \cdot A_p)})$$

$$V_m = a \cdot b \cdot (t + 0.1)$$

Donde:

$M_{ac}$  = Momento actuante (Kg. -m)

$M_r$  = Momento resistente (Kg. -m)

$F$  = Fuerza en la punta (Kg)

$h$  = Altura libre del poste (m)

$t$  = Empotramiento del poste (m)

$P$  = Peso del conjunto

$\sigma$  = Presión máx. Admisible del terreno (Kg. -m<sup>2</sup>)

R	= Coeficiente de compresibilidad (Kg. /m <sup>3</sup> )
a,b	= Dimensiones del macizo (m)
Pp	= Peso del poste (Kg)
Pz	= Peso de la cruceta (Kg)
Pc	= Peso del conductor (Kg)
Pa	= Peso de aisladores y accesorios (Kg)
Pm	= Peso del macizo (Kg.)
Vm	= Volumen del macizo (m <sup>3</sup> )
Vtc	= Volumen troncocónico del poste (m <sup>3</sup> )
δ	= Peso específico del macizo (Kg. /m <sup>3</sup> )
Am	= Sección del poste en la base (m <sup>2</sup> )
Ap	= Sección del poste a nivel del piso (m <sup>2</sup> )

## TABULACION DE RESULTADOS

### REDES

Cond. AAAC (mm <sup>2</sup> )	:	50	
Poste (m/Kg)	:	15/400	
Tipo de terreno	:	Tierra fácil trabajo, medio	
Angulo deslizamiento del terreno (resp. vert.)	:	48	
Densidad del terreno (Kg/m <sup>3</sup> )	:	1800	
Coeficiente Compresibilidad del terreno (Kg/m <sup>3</sup> )	:	2000	
Presión máxima admisible del terreno (Kg. /m <sup>2</sup> )	:	25000	Tipo Tierra: Media
Peso específico del macizo (Kg/m <sup>3</sup> )	:	2200	Caracterist.: Concreto

<b>H</b> <b>(m)</b>	<b>t</b> <b>(m)</b>	<b>h</b> <b>(m)</b>	<b>F</b> <b>(Kg)</b>
2380	100	6.56	30



<b>Pp</b> <b>(Kg)</b>	<b>Pz</b> <b>(Kg)</b>	<b>Pc</b> <b>(Kg)</b>	<b>Pa</b> <b>(Kg)</b>	<b>Mac</b> <b>(Kg-m)</b>
1600	100	11.37	30	5200.00

<b>a (m)</b>	<b>0.80</b>	<b>0.90</b>	<b>1.00</b>	<b>1.10</b>	<b>1.20</b>
<b>Pm (Kg)</b>	2,729.69	3,328.09	3,996.89	4,736.09	5,545.69
<b>P (Kg)</b>	5,246.25	5,844.65	6,513.45	7,252.65	8,062.25
<b>Mr (Kg-m)</b>	7,734.66	9,094.37	10,537.49	12,077.75	13,727.83
<b>C.S.</b>	1.29	1.52	1.76	2.01	2.29

Se comprueba que: **Mac < Mr (2.01≥1.90)**

**Conclusión:**

La cimentación será de: 1.10 m x 1.10 m x 1.80 m

#### **ANEXO 1 / ESQUEMA PARA ELABORAR CUADRO DE MAXIMA DEMANDA**

- 7- Título.
- 8- Dirección.
- 9- Nombre completo del propietario y/o razón social indicando su RUC (Registro Único del Contribuyente).
- 10- Relación de cargas; Se calcula utilizando un valor de vatios por cada metro cuadrado (w/m2).
- 11- Relación de cargas especiales; Esta relacionado con equipos o dispositivos adicionales a las cargas de alumbrado y tomacorrientes.
- 12- Sistema eléctrico; Se utiliza para determinar qué valor de tensión se ha calculado nuestra máxima demanda, que para nuestro caso puede ser monofásico 200V, trifásico 380/220V.

La Demanda Máxima Proyectada es de **160.00 kW.**, y se puede apreciar en el siguiente Cuadro:

## **ANEXO 2 / NORMATIVAS UTILIZADAS EN EL PROYECTO**

### **1.3.5.1 El Proyecto en lo que se refiere a la Línea de Media tensión, se ha elaborado teniendo en cuenta:**

- Ley de Concesiones Eléctricas No. 25844 y su reglamento
- Código Nacional de Electricidad Suministro 2011
- Código Nacional de Electricidad Utilización 2006 y su Modificatoria 2008
- Norma Técnica de Calidad de los Servicios Eléctricos
- EM/DGE 018-2002 “Norma de Procedimientos para la Elaboración de Proyectos y Ejecución de Obras en Sistemas de Distribución y Sistemas de utilización en media tensión en Zonas de Concesión de Distribución”
- Norma de Terminología y Simbología
- Reglamento Nacional de Construcción
- Ordenanzas Municipales aplicables
- Ley de Protección del Medio Ambiente y Protección del Patrimonio Cultural de la Nación según corresponda
- DGE/MEM 009-T “Tensiones Nominales de Sistemas de Distribución.
- DGE/MEM 013-T “Cables de energía en redes de distribución subterránea”
- DGE/MEM 015-T “Postes, crucetas y ménsulas de madera y concreto armado para redes de distribución”
- DGE/MEM 019-T “Conductores eléctricos de redes de distribución aérea.
- DGE/MEM 025-P-1/1988 “Norma sobre Imposición de servidumbres”
- DGE/MEM 012-T “Elaboración de Planos modulares
- Norma NTP 833.001 “Dibujo técnico. Formato de láminas”
- Norma NTP 833.002 “Dibujo técnico, Plegado de laminas

### **1.3.5.2. Normas técnicas aplicables al diseño de las subestaciones**

Para la elaboración del proyecto en lo que a las Subestaciones se refiere, se ha empleado las Normas vigentes a la fecha de los siguientes reglamentos:

- IEC International Electro Technical Commission
- IEEE Institute of Electrical and Electronics Engineers
- VDE Verband Deutscher Elektrotechniker
- DIN Deutsche Industrie Normen
- NEMA National Electrical Manufacturers Association
- ANSI American National Standards
- ASME American Society of Mechanical Engineers

- ASTM American Society for Testing and Materiales

### ANEXO 3 / BASES DEL DISEÑO

- Sistema : Trifásico en simple terna.
- Longitud de Línea aérea – subterránea : 0.197 km.
- Tensión Nominal de Suministro : 10 kV.
- Factor de Potencia : 0.8
- Frecuencia : 60 Hz.
- Máxima Caída de tensión : 5%

### ANEXO 3 / POSTES DE CONCRETO

postes de concreto armado centrifugado: se muestra descripción y datos de poste de concreto.

Longitud (m.)	Carga de Trabajo (N)	Coefficiente de Seguridad	Diámetro en la Punta (mm)	Diámetro en la Base (mm)
15.00	300.00	2.00	180.00	405.00
15.00	400.00	2.00	180.00	405.00

En la Tabla N°1.5 Postes de 15/300 se muestra descripción y datos de poste de concreto.

Item	Descripción	Unidad	Requerido
1	Fabricante		
2	Longitud total	m.	15
3	Carga de trabajo	Kg.	300
4	Diámetro de la Punta	mm	180
5	Diámetro en la base	mm	405
6	Esfuerzo mínimo a la compresión	Kg/cm2	280
7	Conicidad	Mm/m	15
8	Flecha máxima a carga nominal	mm	672
9	Deformación permanente	mm	33.6
10	Empotramiento para prueba	mm	1800
11	Tipo de cemento		MS
12	Relación agua - cemento		0.5
13	Curado		7 días
14	Varillas		Continuas sin empalme
15	Aditivo inhibidor de corrosión		NTP 334.088 tipo C
16	Peso total	Kg.	2360

17	Placas de puesta a tierra		No
18	Agujeros pasantes		Si
19	Acabado		Superficie limpia, fina, sin resane y fisuras
20	Normas de fabricación		NPT 339.027
21	Adjuntar		Diseño y Croquis Estructural
22	Rotulado, marca, designación, fecha		Si
23	Coeficiente de seguridad		2
24	Garantía de fabrica	años	10

Fuente: (C. N.E-2011-Suministro)

En la Tabla N°1.6 Postes de 13/400: se muestra descripción y datos de poste de concreto.

Item	Descripción	Unidad	Requerido
1	Fabricante		
2	Longitud total	m.	15
3	Carga de trabajo	Kg.	400
4	Diámetro de la Punta	mm	180
5	Diámetro en la base	mm	405
6	Esfuerzo mínimo a la compresión	Kg/cm2	280
7	Conicidad	Mm/m	15
8	Flecha máxima a carga nominal	mm	672
9	Deformación permanente	mm	33.6
10	Empotramiento para prueba	mm	1800
11	Tipo de cemento		MS
12	Relación agua - cemento		0.5
13	Curado		7 días
14	Varillas		Continuas sin empalme
15	Aditivo inhibidor de corrosión		NTP 334.088 tipo C
16	Peso total	Kg.	2380
17	Placas de puesta a tierra		No
18	Agujeros pasantes		Si
19	Acabado		Superficie limpia, fina, sin resane y fisuras
20	Normas de fabricación		NPT 339.027
21	Adjuntar		Diseño y Croquis Estructural
22	Rotulado, marca, designación, fecha		Si
23	Coeficiente de seguridad		2
24	Garantía de fabrica	años	10

Fuente: (C. N.E-2011-Suministro)

## ANEXO 4 / CARGAS DE TRABAJO Y RUPTURA

### 1.3.12.4. Cargas de trabajo y ruptura

#### Trabajo:

En la Tabla N°1.9 se muestra descripción y datos de trabajo de la palomilla.

Designación	Longitud Nominal (m.)	Carga de Trabajo (kg)
Palomilla de C.A. 1.50/100	1.50	100
Palomilla de C.A. 2.20/100	2.20	100

Fuente: (C. N.E-2011-Suministro)

V Carga de trabajo Vertical.

#### Rotura

En la Tabla N°1.10 muestra descripción y datos de rotura de la palomilla.

Designación	Longitud Nominal (m.)		Carga de Rotura Nominal Mínima (kg)
Palomilla de C.A. 1.50/100	1.50		200
Palomilla de C.A. 2.20/100	2.20		200

Fuente: (C. N.E-2011-Suministro)

En la Tabla N°1.12 se muestra descripción y datos de aisladores poliméricos.

Item	Características	Unidad	Valor Requerido
<b>Características de Fabricación</b>			
1	Material de Núcleo		Barra FRR
2	Material de Aislante		Goma Silicona
3	Material de Herrajes		Ao Go
4	Aleta Mayor	mm.	121
5	Aleta Menor	mm.	105
6	Altura	mm.	345

<b>Propiedades Mecánicas</b>			
7	Esfuerzo de Flexión Base de Acero Galv.	KN	10
8	Esfuerzo de Compresión	kN	8
9	Peso	Kg.	2.3
<b>Propiedades Eléctricas</b>			
10	Tensión Nominal	kV	28
11	Frecuencia Nominal	Hz	60
12	Tensión de Impulso Positivo	kV	208
13	Tensión de Impulso Negativo	kV	192
14	Flashover en Seco a 60 Hz.	kV	124
15	Flashover en Húmedo a 60 Hz.	kV	92
16	Nivel de radio influencia a 1.0 Mz.	uV	8 a 20 kV
17	Distancia de Arco	mm	270
18	Distancia de Línea de Fuga	mm	760
19	Nivel Tracking ASTM D 2303, IEC 60587	kV	6 @ 6 h
20	Clase de Contaminación IEC 815		III
<b>Pruebas</b>			
	Prueba de Diseño		IEC 61109
	Prueba Tipo		IEC 61109
	Prueba de Muestreo		IEC 61109
	Prueba de Rutina		IEC 61109
	Pruebas de Resistencia a rayos UV		ASTM G154/G155
	Prueba de Envejecimiento		IEC 1109-C

Fuente: (C. N.E-2011-Suministro)

## ANEXO 5 / DATOS DEL CONDUCTOR ELECTRICO

En la Tabla N°1.15 se muestra descripción y datos de conductor eléctrico N2XSY.

Item	Descripción	Unidad	Valor Requerido
1	<b>General</b>		
1.1	Norma		NPT-IEC 60502-2
2	<b>Designación N2XSY</b>		1x50 mm2
2.1	Tensión Nominal Eo/E	kV	8.7/15
2.2	Sentido del cableado		Izquierdo
2.3	Temperatura Normal	°C	90
	Temperatura Máxima	°C	250

3	<b>Conductor de fase</b>		
3.1	Norma		NPT-IEC 60502-2
3.2	Material		Cobre recocido
3.3	Pureza	%	99.9
3.4	Sección Nominal	mm <sup>2</sup>	50
3.5	Clase		2
3.6	Numero de Alambres	Nº	19
3.7	Densidad a 20°C	Gr/cm <sup>3</sup>	8.89
3.8	Resistividad a 20°C	mm <sup>2</sup> /m	0.0117241
3.8	Resistencia en CC a 20°C	Ohm/km	0.387
4	<b>Aislamiento</b>		
4.1	Material		XLPE
4.2	Color		Natural
4.3	Espesor	mm	8
5	<b>Pantalla</b>		
5.1	Cinta semiconductora		Si
5.2	Sobre aislante		Si
5.3	Malla		Si
6	<b>Cubierta Externa</b>		
6.1	Material		PVC – tipo CT5
6.2	Color		Rojo
6.3	Espesor	mm	2
7	<b>Pruebas</b>		
7.1	Tensión Ensayo	kV	30

Fuente: (C. N.E-2011-Suministro)

## ANEXO 6 / CALCULO DE LA CAIDA DE TENSION

Cobre temple blando de 35 mm<sup>2</sup> para puesta a tierra

- Conductividad (%) : 100
- Resistividad a 20 ° C ( $\Omega$ -mm<sup>2</sup>/m) : 0.01724
- Densidad 20 ° C (gr/cm<sup>3</sup>) : 8.89
- Coef. Térmico Resistencia 20 ° C/° C : 0.00393
- Punto de fusión (° C). : 1083

**Aleación de aluminio (AAAC) de 50 mm<sup>2</sup> para red de M.T.**

- Conductividad (%) : 52.50

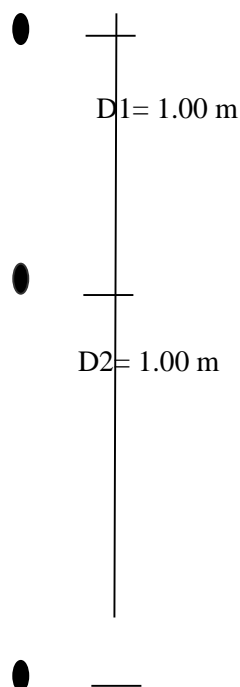
- Resistividad a 20 °C ( $\Omega\text{-mm}^2/\text{m}$ ) : 0.03280
- Densidad 20 °C ( $\text{gr}/\text{cm}^3$ ) : 2.703
- Coef. Térmico Resistencia 20 °C/°C : 0.00360
- Punto de fusión (°C). : 660

#### **Cobre N2XSy 50 mm<sup>2</sup> para red de M.T.**

- Conductividad (%) : 100
- Resistividad a 20 °C ( $\Omega\text{-mm}^2/\text{m}$ ) : 0.01724
- Densidad 20 °C ( $\text{gr}/\text{cm}^3$ ) : 8.89
- Coef. Térmico Resistencia 20 °C/°C : 0.00393
- Punto de fusión (°C). : 1083

#### **3.5.1. Condiciones de Operación**

- Tensión Nominal (kV) : 10
- Factor de Pot. en atraso ( $\cos\phi$ ) : 0.8
- Caída de tensión máxima (%) : 5
- Máxima temperatura de trabajo (°C). : 80
- Disposición espacial de Conductores : Vertical
- Distancia d1 (mm) : 1000
- Distancia d2 (mm) : 1000





## ANEXO 7 / CALCULO CORRIENTE ELECTRICA

$$I = P / (\sqrt{3} \times V \times \cos \emptyset)$$

Donde:

I = Intensidad de corriente (Amp.)

P = Máxima Demanda (kW)

V. = Tensión (kV)

$\cos \emptyset$  = Factor de potencia.

### 3.5.2. Resistencia a máxima temperatura

$$R_2 = R_1 (1 + \alpha (T_2 - T_1))$$

Donde:

R<sub>2</sub> = Resistencia a máxima Temperatura (Ohm. /Km.)

R<sub>1</sub> = Resistencia. a 20 °C CC. (Ohm. /Km.)

$\alpha$  = Coeficiente térmico de resistencia a 20 °C (1/°C)

T<sub>2</sub> = Máxima temperatura de trabajo (°C)

T<sub>1</sub> = Temperatura de referencia (°C)

### 3.5.3. Distancia Media Geométrica

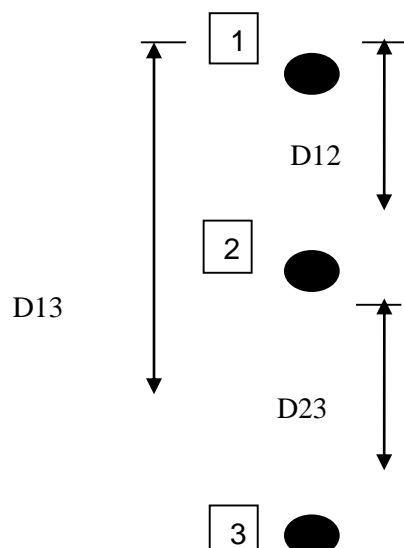
$$D_{mg} = \sqrt[3]{D_{12} \times D_{23} \times D_{13}}$$

Donde:

D<sub>mg</sub> = Distancia media geométrica

D<sub>12</sub>, D<sub>23</sub>, D<sub>13</sub> = Distancia entre conductores.

DISPOSICION DE CONDUCTORES:



### 3.5.4. Radio equivalente del conductor

$$r = \sqrt{S/\pi}$$

Donde:

r = Radio del conductor (mm.)

S = Sección del conductor (mm<sup>2</sup>)

### 3.5.5. Reactancia Inductiva

Para la configuración de los cables establecidos se tendrá las siguientes fórmulas:

$$X = 2\pi \cdot f \cdot L$$

$$L = 2 \times \ln(Dm / Rs) / 10000$$

Dónde:

X = Reactancia Inductiva ( $\Omega$ /Km.)

f = Frecuencia (Hz)

L = Inductancia de la Red (Hr/Km.)

Dm = Distancia media geométrica (mm)

Rs = Radio medio geométrico del conductor (mm)

### 3.5.6. Caída de tensión

Para el cálculo de la caída de tensión en redes de distribución se ha considerado la siguiente fórmula:

$$\Delta V = \sqrt{3} \cdot I \cdot L \cdot (R \cos \phi + X \sin \phi)$$

El factor de caída de tensión será:

$$K = \sqrt{3} (R \cos \phi + X \sin \phi)$$

Por lo tanto, la Caída de tensión considerando los factores de caída de tensión serán los siguientes:

$$\Delta V = K \cdot I \cdot L$$

Donde:

$\Delta V$  = Caída de tensión (Volt.)

I = Intensidad de corriente (Amp.)

L = Longitud del tramo considerado (Km.)

K = Factor de caída de tensión.